

bioKennis
Uitgangsmateriaal

**Selectiestrategie voor
de ontwikkeling van
stikstofefficiënte
biologische
aardappelrassen**

*Onderzoeksrapport
2008 t/m 2011*

*Marjolein Tiemens-Hulscher
Edith Lammerts van Bueren
Paul Struik*

LOUIS BOLK
I N S T I T U U T

de natuurlijke kennisbron

*Een uitgave van het Louis Bolk Instituut
in samenwerking met*



WAGENINGEN UR
For quality of life

In Nederland vindt het meeste onderzoek voor biologische landbouw en voeding plaats in voornamelijk door het Ministerie van EL&I gefinancierde onderzoeksprogramma's. Aansturing hiervan gebeurt door Bioconnect, het kennisnetwerk voor de Biologische Landbouw en Voeding in Nederland (www.bioconnect.nl). Hoofduitvoerders van het onderzoek zijn de instituten van Wageningen UR en het Louis Bolk Instituut. Zij werken in de cluster Biologische Landbouw (EL&I gefinancierde onderzoeksprogramma's) nauw samen. Dit rapport is binnen deze context tot stand gekomen.

De resultaten van de onderzoeksprogramma's vindt u op de website www.biokennis.nl. Vragen en/of opmerkingen over het onderzoek aan biologische landbouw en voeding kunt u mailen naar: info@biokennis.nl.

© 2012 Louis Bolk Instituut
Selectiestrategie voor de ontwikkeling van
stikstofefficiënte biologische aardappelrassen -
Onderzoeksrapport 2008 t/m 2011
Auteurs: Marjolein Tiemens-Hulscher en
Edith Lammerts van Bueren (Louis Bolk Instituut),
Paul Struik (Wageningen UR)
Rapportnummer 2012-025 LbP

www.louisbolk.nl

Voorwoord

U hebt net het onderzoeksrapport 'Selectiestrategie voor de ontwikkeling van stikstofefficiënte biologische aardappelrassen' opengeslagen. Het onderzoek werd uitgevoerd door het Louis Bolk Instituut in de jaren 2008 t/m 2011 in het kader van het Bioconnect programma Biologisch Uitgangsmateriaal en Veredeling, op verzoek van de Nederlandse aardappelweekbedrijven in aansluiting op het Bioimpuls veredelingsprogramma. Stikstofefficiëntie is een complexe eigenschap waarop lastig te selecteren is. In de aardappelveredeling bleek daarom een grote behoefte aan meer inzicht en aan selectiecriteria die kunnen bijdragen aan de ontwikkeling van stikstofefficiënte aardappelrassen.

Het project werd mede gefinancierd door De Bouwkamp Stichting, waar we erg erkentelijk voor zijn. Dit omvangrijke en ambitieuze project werd gerealiseerd door de medewerking en inzet van veel mensen dit we hierbij graag willen bedanken. Het personeel van het Leer- en Proefbedrijf Droevendaal en Unifarm van Wageningen University & Research Centre te Wageningen. Zonder hen was het onmogelijk geweest al het plantmateriaal van de tussenoogsten te verwerken. Daarnaast de stagiaires, Yazhen Qiao, Rajan Ghimire, Parthana Mastranesti, Eibert Tigchelaar en Lucile Daron, die veel veldwaarnemingen hebben verricht. Niek en Michiel Vos voor de fijne samenwerking en het verzorgen van het proefveld bij hun op het bedrijf. Reinder de Boer die als vaste uitzendkracht van het Louis Bolk Instituut bergen werk heeft verzet.

Op het inhoudelijke vlak heb de auteurs veel steun ontvangen van de leden van de begeleidingscommissie Jacob Eising, Jacques Vergroesen en Coen ter Berg.

We hopen dat dit rapport bijdraagt aan de ontwikkeling van stikstofefficiënte aardappelrassen in het algemeen en voor de biologische sector in het bijzonder.

Marjolein Tiemens-Hulscher, LBI

Edith Lammerts van Bueren, LBI

Paul Struik, WUR

Inhoud

Samenvatting	7
Summary	9
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding	11
1.2 Doel van het project	11
1.3 Definitie stikstofefficiëntie	11
1.4 Vraagstelling	11
1.5 Doel van dit rapport	12
2 Materiaal en methoden	13
2.1 Proeflocaties	13
2.2 Stikstofbehandelingen	13
2.3 Rassen	14
2.4 Proefveldontwerp	14
2.5 Poten en oogsten	15
2.6 Waarnemingen	16
2.6.1 Gewaswaarnemingen gedurende het groeiseizoen	16
2.6.2 Waarnemingen loof bij een tusseñoogst	16
2.6.3 Waarnemingen knollen bij een (tussen)ooqst	17
2.7 Berekening stikstofopname	17
2.8 Berekening parameters van de bodembedekkingcurve	18
2.9 Statistische analyse	18
2.10 Weersomstandigheden	19
2.11 Beschrijving van de seizoenen, weer en andere complicerende factoren.	20
2.12 Lengte biologisch groeiseizoen	21
Referenties	21
3 Resultaten: opbrengst	23
3.1 Opbrengst in de tijd	23
3.2 Opbrengsten na 90-95 dagen	24
3.3 Aantal stengels per plant	27
3.4 Selectie op basis van aantal stengels per plant	29
3.5 Aantal knollen per plant	30
3.6 Selectie op gebaseerd op het aantal knollen per plant	33
3.7 Sortering	35
Referenties	37

4 Resultaten: stikstofefficiëntie	39
4.1 Droge-stofproductie in de knol per hectare	39
4.2 Stikstofopname	41
4.3 Harvest Index	43
4.4 Hoeveelheid stikstof in de knol	44
4.5 Relatie tussen stikstofopname van de knol en droge stof productie in de knol	45
Referenties	50
5 Bodembedekking	51
5.1 Effect van stikstof en vroegheid op de curve-fit-parameters	51
5.2 Verband tussen curve-fit-parameters en de droge-stofopbrengst in de knol	55
5.3 Stikstofefficiënte rassen	56
5.4 Effect van het ras	58
Referenties	59
6 Selectiestrategie	61
6.1 Kaders	61
6.2 Selectiemilieu	61
6.3 Selectiecriteria	62
6.3.1 <i>Parameters bodembedekkingcurve</i>	62
6.3.2 <i>Andere eigenschappen</i>	63
6.4 Aanbevolen selectiestrategie	64
6.5 Aanbevelingen voor verder onderzoek	64
Referentie	64
Bijlage 1: Bodembedekkingcurve	67
Bijlage 2: Voorbeeld van een proefveldschema	69
Bijlage 3: Bruto opbrengst, aantal stengels en knollen per jaar, locatie, ras en stikstofgift	71
Bijlage 4: Bruto en droge-stofopbrengst, OWG, stikstofopname en stikstofefficiëntie per jaar, locatie, ras en stikstofgift	89
Bijlage 5: De correlatiecoëfficiënt R^2 bij exponentiële en lineaire regressie tussen de hoeveelheid stikstof in de knol en de droge-stofopbrengst in de knol, met en zonder groep bij alle stikstofgiften (0, 60 en 210 kg/ha) en bij de lage stikstofgiften (0 en 60 kg/ha).	109
Bijlage 6: De curve-fit-parameters per jaar, locatie, ras en stikstofgift	111
Bijlage 7: Correlatiecoëfficiënt R^2 van de lineaire regressie tussen curve-fit-parameters en droge-stofopbrengst in de knol voor de jaren 2008 t/m 2011 en de locaties Droevendaal (D), Grebbedijk (G) en Kraggenburg (K)	129

Samenvatting

Zowel in de biologische als in de gangbare aardappelteelt is er behoefte aan rassen die met minder stikstof toe kunnen. In het biologische teeltsysteem is de hoeveelheid beschikbare stikstof vaak een beperkende factor. Zowel in de gangbare als de biologische teelt wordt er naar gestreefd om de stikstofgift te verminderen om verspilling en uitspoeling te voorkomen.

Stikstofefficiëntie is een complexe eigenschap waar verschillende gewaseigenschappen aan bijdragen. In dit project werd onderzocht of er gewaseigenschappen zijn die gerelateerd zijn aan stikstofefficiëntie en waarop een veredelaar effectief kan selecteren. Stikstofefficiëntie werd daarbij gedefinieerd als het vermogen van een ras om bij een lage stikstofbeschikbaarheid, 100 -150 kg/ha, in een periode van half april tot ongeveer de derde week van juli, 90 – 95 dagen, een rendabele opbrengst te geven.

Het onderzoek werd dan ook binnen deze randvoorwaarden uitgevoerd. In de jaren 2008 t/m 2011 werden hiertoe op twee locaties per jaar rassenproeven uitgevoerd waarin verschillende stikstofniveaus waren opgenomen. We identificeerden binnen een groep van 18 commercieel beschikbare rassen de meest stikstofefficiënte rassen en analyseerden welke gewaseigenschappen daarbij een rol spelen. De vroegheid van een ras speelde hierin een grote rol. Bij een groeiperiode van 90 – 95 dagen bleken late rassen meer stikstof op te nemen dan vroege rassen. De Harvest Index van de vroege rassen was op dat oogstmoment echter hoger dan dat van de late rassen, waardoor de totale hoeveelheid stikstof in de knol, uitgedrukt in kg/ha, voor vroege, middenvroege en late rassen vrijwel gelijk was. De middenvroege rassen bleken echter de stikstof in de knol het meest efficiënt om te zetten in droge stof, waardoor ze de hoogste droge-stofopbrengst per hectare hadden. Bij het zoeken naar gewaseigenschappen die gerelateerd zijn aan stikstofefficiëntie richtten we ons voornamelijk op de curve-fit-parameters van de bodembedekkingcurve (BBC). De correlaties tussen de curve-fit-parameters en de droge-stofopbrengst in de knol bleken sterk te variëren over de jaren en de locaties. Ook werd een raseffect in de correlaties gevonden. Van de gemeten curve-fit-parameters bleken de maximaal bereikte bodembedekking (V_x), de periode van maximale bodembedekking ($T_2 - T_1$) en de oppervlakte onder de bodembedekkingcurve (OOBBC) de meest robuuste correlatie met opbrengst te vertonen. Indien op alle jaar \times locatie combinaties geselecteerd zou zijn op rassen met de hoogste V_x , de langste $T_2 - T_1$ of de hoogste OOBBC bij een lage stikstofbeschikbaarheid (ongeveer 90 – 100 kg N/ha), dan zouden 70% van de hoogst opbrengende rassen geselecteerd zijn. Dit percentage was bij de hoogste stikstofbeschikbaarheid (ongeveer 300 kg N/ha) beduidend lager.

V_x en $T_2 - T_1$ bleken aanvullende curve-fit-parameters te zijn. Dat wil zeggen dat selectie door middel van ieder van deze parameters apart andere rassen opleverde. Het raseffect dat meespeelde in de correlatie tussen curve-fit-parameter en opbrengst had als consequentie dat selectie op rassen met een hoge V_x niet altijd de hoogst opbrengende rassen opleverde. Maar een hoge bodembedekking, ook bij een laag stikstofniveau, is in de (biologische) aardappelteelt ook van belang voor een goed onkruidonderdrukkend vermogen.

Een ideaal biologisch aardappelras zou resistent moeten zijn tegen *Phytophthora infestans* en in staat moeten zijn om in 90 – 95 dagen (gerekend vanaf planten) bij een stikstofbeschikbaarheid van 100 -150 kg/ha in die periode, minimaal 30 ton/ha te produceren met voldoende onderwatergewicht (minimaal 340) en in staat moeten zijn het onkruid zo goed mogelijk te onderdrukken.

Voor de ontwikkeling van een rendabel biologisch aardappelras bevelen we de volgende selectiestrategie aan (vanaf derde jaars klonen):

- Gebruik een selectieproefveld met een stikstofbeschikbaarheid van 100 tot 150 kg/ha gedurende een periode van half april tot ca. derde week juli.
- Zorg dan voor veldjes van minimaal 2 ruggen breed en 3 planten lang.
- Selecteer op vroege knolzetting (60 tot 70 dagen na planten)
- Selecteer in het veld op loofresistentie tegen *Phytophthora infestans*.
- Selecteer op middenvroeg rassen (cijfer voor tijptijd 6 – 7) en daarbinnen op:
 - rassen met een hoge maximale bodembedekking (Vx).
 - rassen met een lange T2 - T1, indien het gewas al aan het afrijpen is.
- Evalueer de oogst op 90 – 95 dagen na poten en selecteer op:
 - rassen met een hoog knoltal, hoge opbrengst en voldoende OWG (minimaal 340).
- Voer de selectie enkele jaren en op meerdere locaties uit.

Summary

Organic and conventional growers require potato varieties with reliable and stable yields under low nitrogen input. In organic systems the availability of nitrogen is often a limiting factor. Both conventional and organic agriculture strive to reduce nitrogen supply to prevent nitrate leaching.

Nitrogen efficiency is a complex characteristic and is the resultant of many different crop traits. In this project we examined which crop traits are related to nitrogen efficiency and, if they do, whether they can be used by breeders in the selection process. We defined nitrogen efficiency as the ability of a potato variety to produce a reliable yield under low nitrogen availability (100 – 150 kg N/ha) in the period from mid-April to approximately the third week of July (90 – 95 days). The research was carried out with these growth restrictions.

From 2008 to 2011 several trials were conducted each year at two locations with different nitrogen supplies. Within a group of 18 commercial varieties we identified the most efficient ones and analyzed the crop traits associated with nitrogen efficiency. Earliness of a variety played an important role. Within a growth period of 90 - 95 days, late varieties had a higher nitrogen uptake than early varieties. However, the harvest index of the early varieties at that harvest moment was higher than that of the late varieties, resulting in practically the same amount of nitrogen in the tubers (kg N/ha) for the early, mid-early and late varieties. On the other hand, the mid-early varieties converted this nitrogen more efficiently into dry matter in the tuber than early and late varieties, so this category gave the highest dry matter production per ha.

During our search for crop traits related to nitrogen efficiency, we focused mainly on the parameters of the ground cover progress curve (GCPC). The correlations between the curve-fit parameters and the dry matter production varied considerably over the years and locations. The correlation was affected by the potato variety as well. The curve-fit parameters maximum ground cover (Vx), the period of maximum ground cover (T2 - T1) and the Area Under the Ground Cover Progress Curve (AUGCPC) showed the most robust correlation with yield.

In retrospect, if varieties with the highest Vx, the longest T2 - T1 or the highest AUGCPC in all year × location combinations had been chosen under the lowest nitrogen level (total N availability of approx. 90 - 100 kg N/ha), 70% of the most productive varieties would have been selected. With selection under the highest nitrogen level (total N availability of approx. 300 kg N/ha) this percentage would have been much lower.

The curve-fit parameters Vx and T2 - T1 appeared to provide additional, contrasting information. Selection by each of these curve-fit parameters separately resulted in different varieties. The variety effect in the correlation between the curve-fit parameter and dry matter production implies that the selection for a high Vx does not always result in the most productive varieties. However, a high percentage ground cover, also under low nitrogen conditions, is essential for adequate weed control in (organic) potato culture.

Ideally an organic potato variety should be late blight resistant and produce a minimum of 30 Mg/ha within a growing period of 90 – 95 days (from planting), with a nitrogen availability between 100 to

150 kg/ha and have sufficient under water weight (minimum of 340) and the capacity to control weeds.

We propose the following selection strategy to develop such organic potato varieties.

- Use a trial field with a nitrogen availability of 100 to 150 kg/ha in the period mid-April to *ca.* third week of July.
- In case of selection in the field for ground cover, use plots of at least 2 ridges and 3 plants long.
- Select for early tuber setting (60 to 70 days after planting).
- Select in the field for late blight resistance.
- Select for mid-early varieties (maturity types 6 – 7) and within these varieties for:
 - varieties with a high Vx
 - varieties with a long T2 - T1, in case the crop is already in the decline phase.
- Evaluate the harvest after 90 – 95 days after planting and select for
 - varieties with many tubers, high yield and an under water weight of at least 340.
- Perform this selection for several subsequent years at different locations.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Zowel in de biologische als in de gangbare aardappelteelt is er behoefte aan rassen die met minder stikstof toe kunnen. In het biologische teeltsysteem is de hoeveelheid beschikbare stikstof vaak een beperkende factor. Zowel in de gangbare als de biologische teelt wordt er naar gestreefd om de stikstofgift te verminderen om verspilling en uitspoeling te voorkomen.

Er is al veel agronomisch onderzoek gedaan naar het effect van stikstof op de opbrengst bij aardappel, ervan uitgaand dat stikstof geen beperkende factor moet zijn. In rassenproeven werd gezocht naar die rassen die het meest profiteren van een hogere stikstofgift, en dus de meeste opbrengststijging vertoonden bij een toename van de stikstofgift. Kweekbedrijven geven vaak een bemestingsadvies bij hun rassen. Van elk ras wordt uitgezocht hoeveel stikstof die nodig heeft om de potentiële opbrengst te halen. In de gangbare teelt zijn de bemestingsadviezen en –normen ook rasspecifiek.

Echter, om rassen te ontwikkelen die met minder stikstof toekunnen moet de vraag omgedraaid worden. Dus niet: 'hoeveel stikstof heeft een ras nodig om optimaal te presteren, maar: 'Wat voor eigenschappen heeft een ras nodig zodat dit kan omgaan met een beperkte hoeveelheid stikstof?'

1.2 Doel van het project

Het doel van het project was om meer inzicht te krijgen in de onderliggende processen van stikstofefficiëntie bij een laag stikstofniveau en te komen tot een selectiestrategie, inclusief selectiecriteria, die kwekers kunnen gebruiken om stikstofefficiënte (biologische) aardappelrassen te ontwikkelen.

1.3 Definitie stikstofefficiëntie

Voor ons doel definiëren we stikstofefficiëntie als volgt: het vermogen van een aardappelras om met relatief weinig beschikbare stikstof (100 tot 150 kg/ha in een groeiseizoen van 90 – 95 dagen) een rendabele opbrengst te geven.

1.4 Vraagstelling

Welke eigenschappen zouden gerelateerd kunnen zijn aan een goede opbrengst bij een lage stikstofbeschikbaarheid? Stikstofefficiëntie is een complexe eigenschap die wordt bepaald door een combinatie van vele eigenschappen welke afhankelijk zijn van ras en milieuomstandigheden.

Daarom hebben we gemeend aanknopingspunten te moeten zoeken in de levensloop van het gewas, in de dynamiek van de gewasontwikkeling en niet zozeer in een enkele statische eigenschap. We hebben hiervoor de bodembedekkingcurve (zie Bijlage 1) als uitgangspunt genomen, met de verwachting dat parameters die uit deze curve kunnen worden berekend, kandidaten zijn voor selectiecriteria.

Hier doorheen speelt altijd de vraag hoe het zit met ras x stikstof interacties ($G \times E$ interactie in het algemeen) en de rol die de vroegheid van een ras hierin speelt. Dit is een relevante vraag voor de selectieomstandigheden. Indien er interactie is wil dit zeggen dat selectie bij een hoge beschikbaarheid van stikstof andere rassen oplevert dan selectie bij weinig beschikbare stikstof. Onze hypothese is dat er ras \times stikstof interactie zal optreden.

1.5 Doel van dit rapport

Het doel van dit rapport is de kwekers van informatie te voorzien over de resultaten van dit project. In hoofdstuk 2 wordt de proefopzet (materiaal en methode) en de kaders beschreven. In de volgende hoofdstukken worden de resultaten gepresenteerd en geïnterpreteerd. In hoofdstuk 3 resultaten met betrekking tot planteigenschappen, in hoofdstuk 4 met betrekking tot stikstofefficiëntie in de fysiologische zin van het woord en in hoofdstuk 5 komen de parameters van de curve aan bod. Elk van deze hoofdstukken hebben een korte inleiding om de resultaten in te bedden. In hoofdstuk 6 worden de resultaten geïntegreerd en een selectiestrategie voor de ontwikkeling van rendabele biologische rassen gepresenteerd. Het hoofdstuk wordt afgesloten met aanbevelingen voor verder onderzoek. In de bijlagen staan tabellen met de resultaten per jaar, locatie en stikstoftrap voor alle rassen, welke gebruikt kunnen worden voor nader speurwerk.

2 Materiaal en methoden

2.1 Proeflocaties

In de jaren 2008 t/m 2011 werden er elk jaar twee veldproeven uitgevoerd op twee locaties.

In Tabel 1 staat een overzicht van de jaren en locaties. De locaties worden beschreven in Tabel 2.

Tabel 1: Overzicht van proeflocaties per jaar

	Droevendaal	Grebbedijk	Kraggenburg
2008	x	x	
2009	x	x	
2010	x		x
2011	x		x

Tabel 2: Algemene informatie proeflocaties

	Droevendaal	Grebbedijk	Kraggenburg
Plaats	Wageningen	Wageningen	Kraggenburg (Noordoostpolder)
Beheer	Biologisch	Gangbaar	Biologisch
Bodemtype	Zand	Klei	Klei
% afslibbaar	nvt	50-60	20-30
% organische stof	3%	2%	2,2%
Voorvrucht	zomergerst en groenbemester	zomertarwe	haver met klaver onderzaai
Basisbemesting	10 ton/ha vaste mest in de herfst (6,7 N, 3,9 P en 10 K kg/ton)	519 kg/ha KAS (27% N), 183 kg/ha K-60	25 ton/ha geitenpotstal en 300 kg/ha vinasse kali in de herfst
Berekende beschikbare stikstof* op grond van de basisbemesting = controle	90 kg/ha	100 kg/ha	100 kg/ha

* Beschikbaar gedurende het groeiseizoen.

2.2 Stikstofbehandelingen

In maart van elk jaar werd met behulp van een bodemonmonster en de historie van het perceel met het softwareprogramma NDICEA (van der Burgt en Timmermans, 2009) berekend hoeveel stikstof er gedurende het seizoen (half april t/m derde week juli) beschikbaar zou komen. Dit was de basishoeveelheid die in onze proeven als controle werd genomen. Deze waarde rond lag de 90 tot 100 kg N/ha. Als behandeling werd een extra gift gegeven van 60 of 210 kg N/ha. Op de Grebbedijk werd dit gedaan in de vorm van de kunstmest kalkammonsalpeter (KAS) met 27% N. Op de biologische locaties werd een organische meststof gebruikt in korrelvorm met een NPK verhouding van 9-3-3. Deze meststof bevatte ook 3% MgO. In de biologische praktijk is het gebruikelijker om een voorjaarsbemesting met drijfmest uit te voeren. Daarom werd in 2010 voor een andere proefopzet gekozen. Naast de controle werd een gift van 60 kg/ha stikstof gegeven hetzij in korrelvorm, hetzij in

de vorm van runderdrijfmest (4 N, 2 P en 11K kg/ton). In Tabel 3 staat een overzicht van de stikstofbehandelingen per jaar.

Tabel 3: Overzicht van de stikstofbehandelingen per jaar

	stikstofgift (kg/ha)			beschikbaar in het seizoen (kg/ha)		
	0	60	210	90-100	150-160	300-310
2008	x	x	x	x	x	x
2009	x	x	x	x	x	x
2010	x	x (2 vormen)		x	x	
2011	x	x	x	x	x	x

2.3 Rassen

De rassen die in de proeven werden gebruikt, staan in Tabel 4. Hierin is te zien welke rassen wanneer in de proef waren opgenomen en bij welke vroegheidklasse deze waren ingedeeld.

Tabel 4: Overzicht van de gebruikte rassen per jaar

Vroegheid	Ras	2008	2009	2010	2011
Vroeg	Agata	x	x	x	x
	Leoni	x			
	Biogold	x	x	x	x
	Bionica	x	x	x	x
	Campina			x	x
	Marabel			x	x
	Vitabella			x	
Middengroep	Fontane	x	x	x	x
	Musica			x	x
	Santé	x		x	x
	Sarpo Mira				x
	Toluca			x	x
	Connect			x	x
	YP03-3			x	x
Laat	Agria	x	x	x	x
	Mozart			x	x
	Spirit	x		x	x
	Terragold	x	x	x	x
	Valor			x	x
	Voyager			x	x

2.4 Proefveldontwerp

De proeven werden opgezet als een splitplot met vier herhalingen met stikstofgift als plot en ras als subplot (zie Bijlage 2 voor een voorbeeld van een proefveldschema). De stikstofgift werd geward over de plots en de rassen werden geward binnen de plots over de subplots. Een veldje bestond uit 4 ruggen van 75 cm breed en per jaar een wisselend aantal planten lang met een plantafstand in de

rij van 30 cm. De planten in de middelste twee ruggen werden gebruikt voor de waarnemingen en de opbrengstbepaling. Als er tusseñoogsten (zie volgende paragraaf) plaatsvonden dan werden steeds één of twee planten overgeslagen bij een volgende oogst, zodat er nooit randplanten geoogst werden (voorbeeld indeling veldje (subplot) in Bijlage 2).

2.5 Poten en oogsten

Er werd altijd voorgekiemd pootgoed gebruikt. De kiemen waren ongeveer 1 cm lang.



Figuur 1: Voorgekiemd pootgoed (Foto: LBI)

Er werd er naar gestreefd om steeds rond 20 april te poten. In de jaren 2008 en 2009 werden naast een eindoogst nog twee tusseñoogsten uitgevoerd. In jaar 2010 werd dit nog één keer gedaan en in 2011 werd alleen een eindoogst uitgevoerd. Op de biologische velden werd het gewas (het totale proefveld) gebrand als dit werd aangetast door *Phytophthora infestans*, conform de verordening van HPA (2003). Meestal was dit rond de 90 tot 95 dagen na poten. De knollen werden 1 tot 2 weken na het branden geoogst. Zie

Tabel 5 voor details. De pootdatum is het referentiepunt voor de (tussen)oogsten, welke uitgedrukt zijn in dagen na poten.

Tabel 5: Overzicht van poten (datum), branden en oogsten (dagen na poten)

	Droevendaal				Grebbedijk		Kraggenburg	
	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011
Pootdatum	22 april	21 april	21 april	20 april	23 april	21 april	20 april	15 april
eerste tusseñoogst	57	49	X	X	68	58	X	X
tweede tusseñoogst (alleen loof)	66	65	64	75	84	78	77	87
derde tusseñoogst	77	76	X	X	96	91	X	X
branden	100	93	100	99 (late rassen)	144	139	100	X*
eindoogst (knollen)	112	100	117	85** (vroeg rassen) 119 (late rassen)	154	146	139	96

* Gewas te volumineus om gebrand te worden. Er werd groen gerooid i.v.m. *Phytophthora* infectie.

** Vroeg rassen waren op Droevendaal in 2011 al vroeg natuurlijk afgestorven. Ze werden toen gerooid.

2.6 Waarnemingen

2.6.1 Gewaswaarnemingen gedurende het groeiseizoen

Vanaf twee weken na poten werd de opkomst 2x per week bepaald, door het aantal opgekomen planten in de middelste twee ruggen te tellen. Dit werd omgerekend naar het percentage opkomst. De dynamiek van de gewasontwikkeling werd vanaf twee weken na poten bepaald door wekelijks of 2x per week de bodembedekking waar te nemen. Hiervoor werd een telrek (75 cm(rugbreedte) x 90 cm (3 plantplaatsen)) met 100 vakjes gebruikt. Dit rek werd vlak boven het loof geplaatst en de vakjes die voor meer dan 50% gevuld waren met groen werden geteld. Het aantal vakjes komt dan overeen met het percentage bodembedekking.



Figuur 2: Bepalen van het percentage bodembedekking. Elk vakje voor meer dan 50% gevuld met groen blad telt voor 1%

2.6.2 Waarnemingen loof bij een tusseñoogst

Bij een tusseñoogst werden 6 (2008 en 2009) of 4 planten (2010 en 2011) geoogst. In het lab werden deze planten verwerkt. In Tabel 6 staat een overzicht van welke eigenschappen bepaald werden aan deze planten.

Tabel 6: Overzicht van loof en knoleigenschappen die werden bepaald bij de (tussen) oogsten

Loof	Knollen
Gemiddeld aantal stengels per plant	Opbrengst (vers en droog gewicht)
Droge stof van stengel en blad	Gemiddeld aantal knollen per plant
Bebladeringsindex (alleen in 2008 en 2009)	Sortering van de knollen op basis van aantal en gewicht
Stikstofanalyse ($\text{NO}_3 + \text{NO}_2$ en NH_4^+ (% van droge stof))*	Percentage droge stof (%ds) (OWG daaruit berekend)
	Stikstofanalyse (NH_4^+ (% van droge stof))*

** Uitgevoerd door Lab Zeeuws Vlaanderen.*

Het gemiddeld aantal stengels per plant werd bepaald door het totaal aantal stengels te tellen en dit te delen door het aantal geoogste planten.

Het droge stof percentage is bepaald door vers plantmateriaal te drogen bij 70 °C gedurende 72 uur en dit te corrigeren voor drogen bij 105 °C. De droge stof van blad, stengel en knol werd gemalen voor stikstofanalyse.

De bebladeringsindex (LAI) is het totale bladoppervlak boven een vierkante meter grondoppervlak. Het bladoppervlak is bepaald met een bladoppervlaktemeter.

2.6.3 Waarnemingen knollen bij een (tussen)oogst

Bij een tusseñoogst werden 6 (2008 en 2009) of 4 planten (2010 en 2011) geoogst. Bij de eindooogst werden 16 (in 2008 en 2009) of 12 (2010 en 2011) planten gerooid. In Tabel 6 staat een overzicht van de bepalingen die aan de knollen werden gedaan. De knollen werden gesorteerd in de maten 0-28, 28-35, 35-55 en groter dan 55. Bij de eindooogst werden de twee kleinste maten samengevoegd. Per maatsortering werden de knollen gewogen en geteld. Voor de bepaling van het percentage droge stof werd een monster van ongeveer 500 gram knollen (waarin alle sortingsklassen waren vertegenwoordigd) in stukjes gesneden en gedroogd gedurende 3 dagen bij 70 °C. De waardes werden gecorrigeerd voor drogen bij 105 °C. Het onderwatergewicht (OWG) werd berekend met behulp van de volgende formule: $OWG = (((\% ds / 0.0098) - 193) / 5.05)$.

2.7 Berekening stikstofopname

Voor de bepaling van de hoeveelheid stikstof die door de plant is opgenomen werd bij de eindooogst (2011) of bij de laatste tusseñoogst (2008 t/m 2010) het loof geoogst en geanalyseerd op NO_3+NO_2 en NH_4^+ (N-Kjeldahl). De hoeveelheid stikstof (NH_4^+ , N-Kjeldahl) in de knol werd bepaald aan de knollen van de eindooogst. Voor de totale hoeveelheid opgenomen stikstof werden de waardes (N in kg/ha) van het loof en de knol bij elkaar opgeteld. Indien voor de bepaling van de hoeveelheid stikstof in het loof gebruik werd gemaakt van de gegevens van de voorlaatste tusseñoogst dan werden deze data gecorrigeerd aan de hand van de hoeveelheid loof (uitgedrukt in percentage bodembedekking (% BB)) op het tijdstip van de tusseñoogst en op het tijdstip van de eindooogst (zie tekstbox).

Correctiefactor

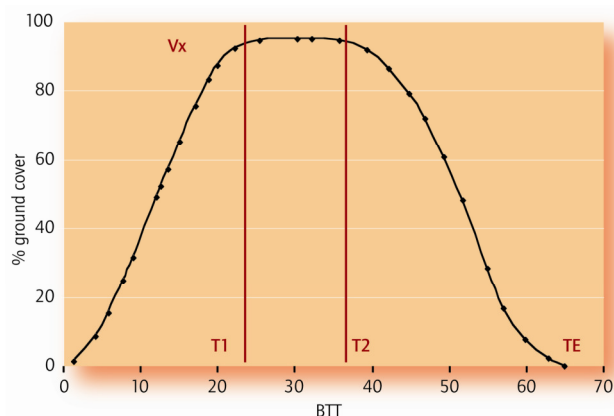
% BB eindooogst / % BB tusseñoogst

Stel % BB was bij derde oogst 75% en bij de eindooogst 30%, en de hoeveelheid N in het loof bij de derde oogst 120 kg/ha, dan werd de hoeveelheid stikstof in het loof bij de eindooogst als volgt berekend:

$$120 * 30/75 = 48 \text{ kg/ha}$$

2.8 Berekening parameters van de bodembedekkingcurve

Met behulp van de waarnemingen van de bodembedekking en een curve fit programma (Khan et al., 2012) werden per subplot de parameters in de bodembedekkingcurve (BBC) berekend (Figuur 3 en Bijlage 1).



Figuur 3: Schematische bodembedekkingcurve met de parameters T1, T2, TE en Vx.

T1 is de tijd tot de maximale bodembedekking is bereikt, T2 is de tijd tot het einde van de maximale bodembedekking, TE is de tijd tot dat het gewas is afgestorven, Vx is de maximale bodembedekking.

Met behulp van deze parameters kan ook de periode van maximale bodembedekking berekend worden. Dit is T2-T1. Een laatste parameter die berekend kan worden is de oppervlakte onder de bodembedekkingcurve (OOBBC). De parameters T1, T2 en TE werden bepaald vanaf opkomst (referentie tijdstip is 50% opkomst van het veldje). De tijd werd uitgedrukt in BTT (Beta Thermal Time). In deze grootheid zit een effect van temperatuur verrekend waardoor het makkelijker is jaren met elkaar te vergelijken. Per jaar kan er echter heel goed met het aantal dagen na opkomst gerekend worden, waarbij 50% opkomst als peildatum wordt aangehouden.

2.9 Statistische analyse

De statistische analyses werden uitgevoerd met het programma GenStat (editie 13.3).

Om de gemiddeldes en de interactie tussen ras en stikstofgift te berekenen werd voor elke eigenschap per jaar en per locatie een ANOVA (splitplot design) uitgevoerd. Hierbij werd ras genest in 'rijpingsklasse', verder vroegheid of vroegheidklasse genoemd. Door het ras te nesten in vroegheid wordt het effect van vroegheid van een ras apart zichtbaar. De ANOVA geeft een effect voor vroegheid (V) en een interactie voor vroegheid \times ras ($V \times R$), welke hetzelfde is als een raseffect in een ANOVA waarbij vroegheid niet in het model wordt opgenomen. Significante verschillen werden gebaseerd op de KBV (kleinst betrouwbare verschil) met een waarschijnlijkheid van 95% ($P < 0.05$). Voor de regressieanalyse werd gebruikt gemaakt van lineaire regressie met ras of vroegheid als groep.

2.10 Weersomstandigheden

De resultaten per jaar waren onder andere afhankelijk van het weer. In Tabel 7 en Tabel 8 zijn de belangrijkste temperatuur- en neerslaggegevens weergegeven.

Tabel 7: Gemiddelde temperatuur, gemiddelde minimum temperatuur, gemiddelde maximum temperatuur, laagste temperatuur en hoogste temperatuur in graden Celcius en neerslag in mm voor de locaties Droevendaal (2008-2011) en Grebbedijk (2008 en 2009). Data afkomstig van weerstation Haarweg (www.met.wau.nl).

		gem. temp (°C)	gem min temp (°C)	gem max temp. (°C)	laagste temp (°C)	hoogste temp (°C)	neerslag (mm)	neerslag cumulatief vanaf april (mm)
2008	april	8,9	3,7	13,7	-3,7	22,2	39,7	39,7
	mei	16,3	9,4	21,2	1,2	26,9	54,3	94,0
	juni	16,4	10,8	21,6	3,7	30,2	70,5	164,5
	juli	18,0	13,0	22,6	7,2	31,5	115,0	279,5
	augustus	17,4	13,0	21,7	6,0	27,7	88,9	368,4
	september	13,5	8,8	18,4	2,4	27,0	99,4	467,8
2009	april	12,5	5,8	18,5	1,1	24,4	23,1	23,1
	mei	14,1	8,0	19,4	3,3	26,2	37,1	60,2
	juni	15,5	9,4	20,8	3,0	27,2	76,9	137,1
	juli	18,1	12,9	23,2	9,8	30,4	86,0	223,1
	augustus	18,7	12,6	24,3	7,7	34,6	46,5	269,6
	september	14,8	9,7	21,1	3,4	28,0	28,7	298,7
2010	april	9,4	2,6	15,6	-3,2	25,8	27,8	27,8
	mei	10,3	4,9	15,0	-0,5	25,0	67,0	94,8
	juni	16,6	9,3	22,7	4,0	30,1	13,4	108,2
	juli	20,2	13,9	26,0	6,1	35,2	85,8	194,0
	augustus	16,8	12,3	21,0	13,1	27,2	181,8	375,8
	september	13,5	8,9	17,7	2,9	23,0	76,7	452,5
2011	april	13,0	6,1	19,2	0,5	26,6	11,6	11,6
	mei	14,3	8,2	19,5	-0,5	28,9	17,0	28,6
	juni	16,5	11,4	21,2	9,4	19,7	108,8	137,4
	juli	15,9	11,6	20,1	7,4	25,8	140,8	278,2
	augustus	17,1	12,5	21,5	7,0	27,6	131,4	409,6
	september	15,9	11,2	20,5	5,6	28,2	45,4	455,0

Tabel 8: Gemiddelde temperatuur, gemiddelde minimum temperatuur, gemiddelde maximum temperatuur, laagste temperatuur en hoogste temperatuur in graden Celcius en neerslag in mm voor de locatie Kragenburg (2010 en 2011). Data afkomstig van KNMI, weerstation Marknesse (www.knmi.nl).

		gem. temp (°C)	gem min temp (°C)	gem max temp. (°C)	laagste temp (°C)	hoogste temp (°C)	neerslag (mm)	neerslag cumulatief vanaf april (mm)
2010	april	9,4	2,6	15,6	-3,2	25,8	27,8	27,8
	mei	10,3	4,9	15,0	-0,5	25,0	67,0	94,8
	juni	16,6	9,3	22,7	4,0	30,1	13,4	108,2
	juli	20,2	13,9	26,0	6,1	35,2	85,8	194
	augustus	16,8	12,3	21,0	13,1	27,2	181,8	375,8
	september	13,5	8,9	17,7	2,9	23,0	76,7	452,5
2011	april	13,0	6,1	19,2	0,5	26,6	11,6	11,6
	mei	14,3	8,2	19,5	-0,5	28,9	17,0	28,6
	juni	16,5	11,4	21,2	9,4	19,7	108,8	137,4
	juli	15,9	11,6	20,1	7,4	25,8	140,8	278,2
	augustus	17,1	12,5	21,5	7,0	27,6	131,4	409,6
	september	15,9	11,2	20,5	5,6	28,2	45,4	455,1

2.11 Beschrijving van de seizoenen, weer en andere complicerende factoren.

In 2008 viel er tijdens het groeiseizoen steeds voldoende neerslag en de temperaturen waren nooit extreem. Hierdoor was een geleidelijke gewasgroei mogelijk en waren de opbrengsten relatief hoog. De ontwikkeling van de bodembedekking liep op de klei wat achter bij die op het zand. De maximale bodembedekking was bij alle stikstoftrappen en rassen (bijna) 100%. Op Droevendaal kwam er in juli *Phytophthora infestans* in het gewas. Alle veldjes werden toen gebrand. Het was technisch niet mogelijk om dit per veldje te doen. De vroege rassen waren op dat moment al grotendeels afgestorven. De late rassen waren vaak nog groen, maar wel in de afrijpingsfase (T2 voorbij).

Het voorjaar van 2009 was droger dan dat van 2008. Dit had tot gevolg dat zowel op Droevendaal als op de Grebbedijk de bodembedekking minder was dan in 2008, met name bij de controle en de laagste stikstofgift. De opbrengsten waren ook beduidend lager. Op Droevendaal werden de vroege rassen in juni aangetast door *Alternaria solani*. Hierdoor rijpten de vroege rassen vervroegd af. In de gewasontwikkelingscurve was dit te zien door een relatief korte T2-T1. De late rassen hadden minder last van de *Alternaria* dan de vroege rassen, maar werden in juli aangetast door *Phytophthora*. Alle rassen werden toen gebrand. Op de Grebbedijk was er geen aantasting door *Alternaria* of *Phytophthora* (gespoten) en werd het gewas 7 september gebrand.

Het jaar 2010 kende een warme en droge zomer. In juni t/m de eerste 10 dagen van juli viel nauwelijks regen en bereikte de temperatuur waarden van boven de 25 of zelfs 30 °C. De gewassen bleven erg schraal. De maximale bodembedekking op Droevendaal lag gemiddeld tussen de 70 en

80%. Op Droevendaal werd begin juli berekend om de gewasgroei op gang te houden. Naast de droogte liep het gewas ook schade op door aantasting door coloradokevers. Op Kraggenburg was berekening niet mogelijk. Daar ging het vanaf 10 juli weer regenen (na 6 weken van droogte). De vroege rassen waren al aan het afrijpen en reageerden nauwelijks op de late neerslag. De late rassen vertoonden hergroei (toename percentage bodembedekking), na een periode van stilstand (geen toename percentage bodembedekking).

Het voorjaar van 2011 was relatief warm en droog. Toch zat er voldoende vocht in de grond voor een goede opkomst en begingroei. Half juni ging het regenen, wat een enorme groeiexplosie veroorzaakte, met name op Kraggenburg. Daar ontstond bijna in alle ras-stikstof combinaties een gesloten gewas. Het gewas werd wegens *Phytophthora*-infectie gebrand nog voordat T2 was bereikt. Op Droevendaal was het gewas minder massaal. Alleen bij de hoogste stikstoftrap werd nog wel eens een volledige bodembedekking bereikt. Ook dit jaar was er een plaag van coloradokevers op Droevendaal, die echter met meer succes bestreden werd dan in 2010.

2.12 Lengte biologisch groeiseizoen

Aangezien elk jaar het gewas op de biologische locaties in de tweede helft van juli gebrand moest worden wegens *Phytophthora*-infectie was het groeiseizoen ongeveer 90 – 95 dagen. Dit was beduidend korter dan een gangbaar groeiseizoen (140 dagen). Op de gangbare locatie Grebbedijk kon het gewas tot in september groen gehouden worden door middel van bestrijdingsmiddelen tegen *Phytophthora*. Bij de uitwerking van de resultaten werden van de gangbare locatie Grebbedijk de resultaten gebruikt van de voorlaatste oogst (tenzij anders vermeld), omdat deze samenviel met de oogst op de biologische locatie.

Referenties

Burgt van der, G.J.H.M. en B.G.H. Timmermans, 2009. **The NDICEA model: a supporting tool for nitrogen management in arable farming.** In 2nd Scientific Conference within the framework of the 9th European Summer Academy on Organic Farming, Lednice na Morave, Czech Republic, June 24-26, 2009.

Khan, M.S. 2012. **Assessing genetic variation in growth and development of potato.** Phd Thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.

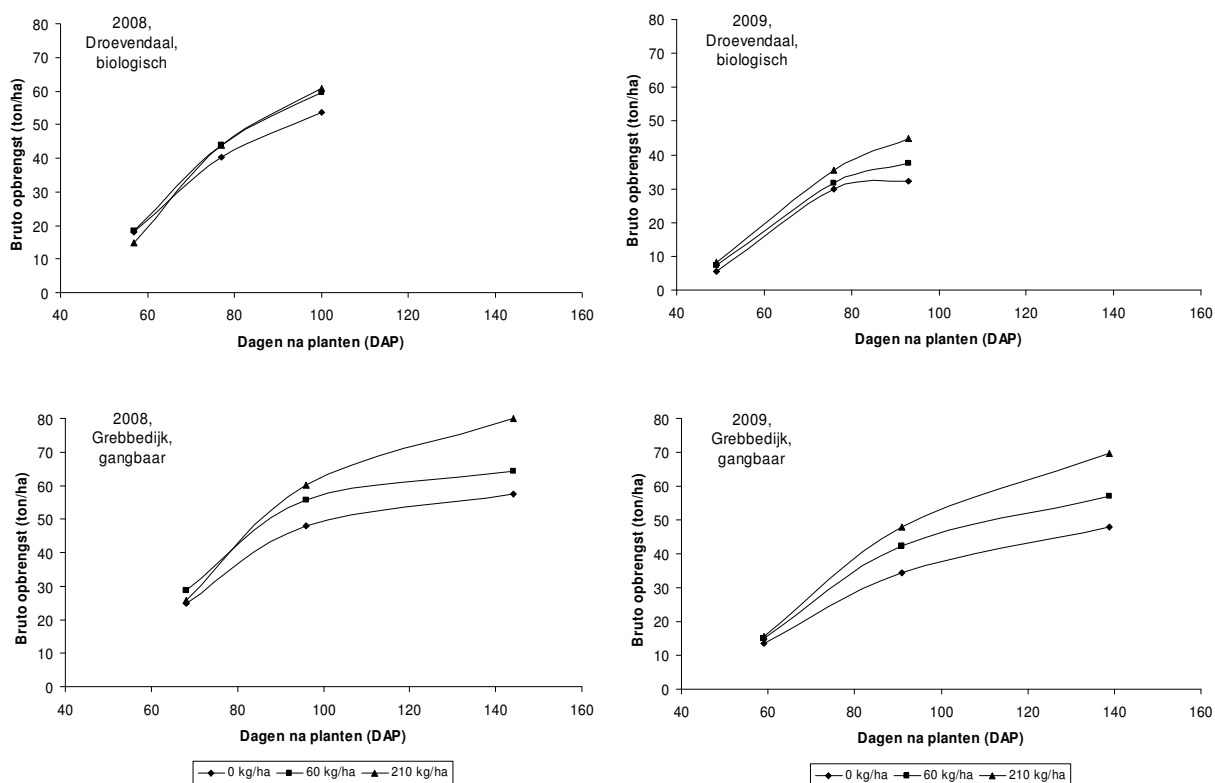
Verordening van het Hoofdproductschap Akkerbouw van 20 maart 2003 houdende regels over het beperken van de schimmelziekte *Phytophthora infestans* bij aardappelen. (Verordening “HPA bestrijding *Phytophthora infestans* bij aardappelen 2003”)

3 Resultaten: opbrengst

De opbrengst van de aardappel wordt bepaald door vele factoren, zoals water- en nutriëntenopname, maar ook door de hoeveelheid blad (lichtonderschepping en fotosynthese), het aantal knollen per plant en de knolgrootte. In dit hoofdstuk wordt gekeken naar de invloed van de stikstofgift en het ras op de opbrengst, het aantal stengels per plant en het aantal knollen per plant, inclusief de knolsortering. Er wordt besproken of het aantal stengels en knollen per plant een indicatie kunnen geven over de stikstofefficiëntie van een ras.

3.1 Opbrengst in de tijd

In 2008 en 2009 werd een aantal tussenooogsten uitgevoerd om de opbrengstvorming in de tijd te kunnen volgen. In Figuur 4 wordt de invloed van de hoeveelheid stikstof op de bruto opbrengst gepresenteerd.

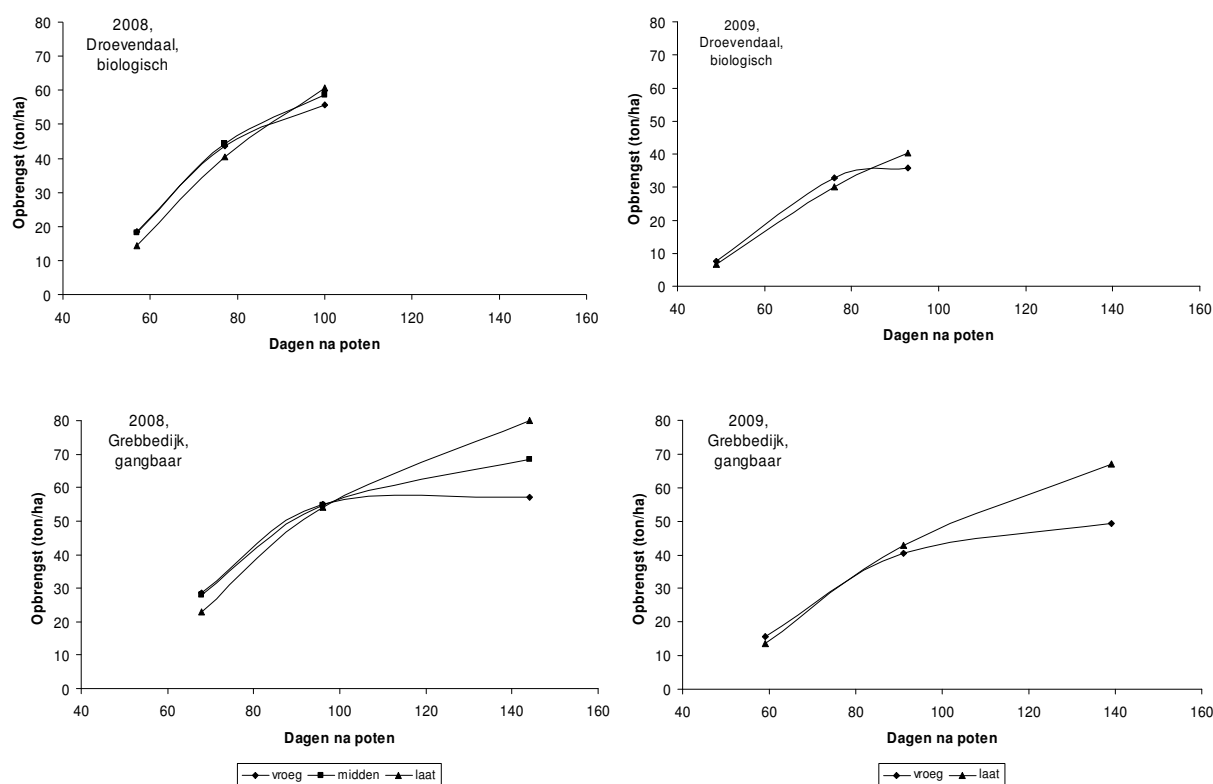


Figuur 4: Invloed van de stikstofgift op de bruto knolopbrengstvorming (gemiddeld over de rassen; ton/ha) op de locaties Droevendaal (biologisch) en Grebbedijk (gangbaar) in de jaren 2008 en 2009.

In Figuur 4 is te zien dat de opbrengst toenam in de tijd en hoger was bij een hogere stikstofgift. Bij de tussenooogsten die op 80 DAP werden uitgevoerd, waren de verschillen in opbrengst tussen de stikstoftrappen nog niet zo groot. Deze namen na dit tijdstip toe doordat bij de controle en ook al bij de lage stikstofgift van 60 kg/ha de toename in opbrengst al enigszins afvlakte, terwijl die bij de gift van 210 kg/ha nog steeg (afvlakking was duidelijk minder). In Figuur 4 is ook goed te zien dat als het

gewas tegen *Phytophthora* beschermd wordt, zoals op de Grebbedijk gebeurde, de opbrengst nog aanzienlijk kon toenemen en het effect van de stikstofgift groter werd.

In Figuur 5 wordt het effect van de vroegheid van een ras gepresenteerd.



Figuur 5: Invloed van vroegheidsklasse op de bruto opbrengstvorming op de locaties Droevendaal (biologisch) en Grebbedijk (gangbaar) in de jaren 2008 en 2009.

In Figuur 5 is te zien dat in het begin van het groeiseizoen de late rassen iets achter bleven in opbrengst bij de vroege en middenvroege rassen. Het omslagpunt lag rond de 90 dagen na poten. Daarna gingen de late rassen significant meer opbrengen dan de vroege en middenvroege rassen. In de biologische landbouw wordt het groeiseizoen vaak tussen de 90 en 100 dagen na poten beëindigd door uitbraak van *Phytophthora*. Uit Figuur 4 en Figuur 5 valt te concluderen dat een opbrengstwinst behaald kan worden met resistente middenvroege en late rassen, die met een lage stikstofgift om kunnen gaan. Resistente vroege rassen zullen ten opzichte van de huidige situatie niet veel opbrengstverhoging geven omdat deze rassen rond de 90-100 dagen al van nature afgestorven zijn. De opbrengst neemt bij een langer teeltseizoen niet tot nauwelijks meer toe.

3.2 Opbrengsten na 90-95 dagen

Om de resultaten van de oogsten over de locaties en jaren vergelijkbaar te maken werden slechts de resultaten gebruikt van de oogst die plaats vond tussen de 90 en 95 dagen na poten. Op de biologische locaties betrof dit altijd de eindoogst. Op de gangbare locatie de Grebbedijk ging het hier om de voorlaatste oogst, die samenviel met het branden voor de eindoogst op de biologische locaties.

Tabel 9: Bruto opbrengst (ton/ha) bij een stikstofgift van 0, 60 of 210 kg/ha, gemiddelde van de rassen per vroegheidsklasse, voor de jaren 2008 t/m 2011 en de locaties Droevendaal, Grebbedijk en Kraggenburg. Oogst tussen de 90 en 95 dagen na poten.

		Droevendaal (biologisch)				Grebbedijk 2008 en 2009 (gangbaar) Kraggenburg 2010 en 2011 (biologisch)			
		0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha	gemid- deld	0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha	gemid- deld
2008	vroeg	50,7 a	56,1 b	60 2 bc	55,7	45,3 a	53,3 bcd	66,7 e	55,1
	midden	55,7 ab	60,0 bc	59,9 bc	58,6	49,3 ab	57,0 cd	58,0 d	54,8
	laat	56,3 b	64,3 c	61,8 c	60,8	50,8 abc	58,2 d	53,1 bcd	54,0
	gemiddeld	53,7	59,7	60,7		48,0	55,7	60,2	
2009	vroeg	29,4	35,2	42,4	35,8 a	31,8 a	40,0 bc	49,1 d	40,4
	midden								
	laat	32,5	39,6	47,1	40,4 b	37,2 ab	44,6 cd	46,6 d	42,8
	gemiddeld	32,2 a	37,4 b	44,7 c		34,5	42,5	47,8	
2010	vroeg	28,4	30,9	*	30,1 a	20,7	29,9	*	26,8 a
	midden	31,2	33,7	*	32,9 b	30,5	38,9	*	36,1 c
	laat	27,8	30,8	*	29,8 a	27,9	35,5	*	33,0 b
	gemiddeld	29,1 a	31,8 a	*		26,34 a	34,8 b	*	
2011	vroeg	26,4 a	30,8 a	37,5 bc	31,6	46,0 ab	51,1 b	57,9 c	57,9
	midden	24,8 a	29,9 a	42,0 c	32,2	44,2 a	45,5 a	46,1 ab	45,3
	laat	25,5 a	31,2 ab	43,7 c	33,5	41 1 a	45,1 a	45,1 a	43,8
	gemiddeld	25,5	30,6	41,3		43 7	46,9	49,1	

Tabel 10: Significanties voor het effect van stikstof (N), vroegheid (V) en Ras ($V \times R$)¹, de interactie tussen vroegheid en stikstof ($V \times N$), de interactie tussen ras en stikstof ($V \times R \times N$) voor bruto opbrengst voor alle jaar \times locatie combinaties (D=Droevendaal, G=Grebbedijk, K=Kraggenburg)

effect	D 2008	G 2008	D 2009	G 2009	D2010	K 2010	D 2011	K2011
N	*	**	***	**	ns	***	**	ns
V	***	ns	***	*	***	***	ns	***
$V \times R^1$	***	***	***	***	***	***	***	***
$V \times N$	*	***	ns	*	ns	ns	*	***
$V \times R \times N$	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	**

¹ Bij de ANOVA was ras genest in vroegheid. Voor uitleg zie paragraaf 2.9

Statistische significantie: ns niet significant, * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$

In Tabel 9 en Tabel 10 is te zien dat de stikstofgift een significant effect had op de bruto opbrengst. Een hogere stikstofgift gaf, volgens verwachting, een hogere opbrengst. In 2010 op Droevendaal werd geen effect van de stikstofgift op de opbrengst gevonden. Dit zou mogelijk kunnen komen door de warme en droge zomer. In deze periode heeft er waarschijnlijk weinig tot geen mineralisatie plaatsgevonden (hiervoor is vocht nodig) en heeft de gewasgroei zo goed als stilgestaan. De berekening begin juli gaf nauwelijks hergroei, waardoor de gewassen die 60 kg/ha stikstof hadden gekregen de stikstof niet meer optimaal konden benutten. Op Kraggenburg in 2010 was er wel een effect van de stikstofgift. Het gewas stond ook op deze locatie enige tijd stil, maar de middenvroege en late rassen vertoonden, na de regen in de tweede week van juli, hernieuwde groei, waardoor de extra stikstof toch nog benut kon worden. Wel trad er doorwas op.

In 2011 werd op de locatie Kraggenburg geen effect van de stikstofgift waargenomen. Dat wil zeggen, bij de vroege rassen nam de opbrengst wel toe met een hogere gift, maar bij de middenvroege en late rassen niet. Dit komt waarschijnlijk doordat het gewas bij alle drie de stikstoftrappen werd gebrand (vanwege Phytophthora infectie) op een moment dat het nog in volle wasdom was.

Over het algemeen gaven de middenvroege en late rassen een hogere opbrengst dan de vroege rassen. In 2008 op beide locaties en in 2009 op de Grebbedijk was er interactie tussen vroegheid en de stikstofgift. Bij de laagste twee stikstoftrappen hadden de vroegste rassen de laagste opbrengst, maar bij de hoogste stikstofgift gaven de vroege rassen een gelijke of zelfs een hogere opbrengst dan de late rassen. In 2011 op Kraggenburg was dit voor alle drie de stikstoftrappen het geval. In deze situatie waren de middenvroege en late rassen groen geoogst, waardoor een groot deel van de potentiële opbrengst nog niet was gerealiseerd.

De vroegheid van een ras bepaalde voor een deel de opbrengst, maar binnen een vroegheidklasse en onafhankelijk van de vroegheidklasse waren er ook rasverschillen, aangezien de $V \times R$ interactie (vroegheid \times ras) altijd significant ($P < 0,001$) was (Tabel 10).

Om te bepalen welke rassen het meest stikstofefficiënt waren in de proeven hebben we geanalyseerd welke rassen in de jaren 2010 en 2011 tot de 33% (6 van de 18) meest opbrengende rassen behoorden bij de laagste twee stikstofniveaus. In Bijlage 3 staan de resultaten van de individuele rassen uitgesplitst naar jaar, locatie en stikstoftrap. Op basis van deze tabellen is Tabel 11 als volgt tot stand gekomen. Per jaar (2010 en 2011), locatie en stikstoftrap werd nagegaan welke rassen tot de 33% meest opbrengende rassen behoorden. Dit is te zien in de kolommen 3 en 4 van Tabel 11 (aantal keer bij 0 kg/ha en aantal keer bij 60 kg/ha). Op basis hiervan werd berekend welke rassen het frequentst tot deze categorie behoorden (laatste kolom, percentage van de jaar \times locaties combinaties waarin het ras tot de beste 33% behoorde). Dit werd gedaan op basis van de resultaten van 2010 en 2011, omdat in die jaren alle rassen vertegenwoordigd waren. De rassen Sarpö Mira en Vitabella werden buiten beschouwing gelaten omdat deze rassen ieder slechts één jaar in de proef waren opgenomen.

Tabel 11: Het aantal keer dat een ras bij de 33% hoogst opbrengende rassen behoorde op basis van bruto opbrengst (ton/ha) bij een extra stikstof gift van 0 of 60 kg/ha, gebaseerd op de jaren 2010 en 2011 en de locaties Droevendaal en Kraggenburg (beide biologisch).

vroegheidklasse	ras	aantal keer bij 0 kg/ha	aantal keer bij 60 kg/ha	aantal totaal	aantal keer in de proef (2 jaar x 2 locaties x 2 N-trappen)	Percentage bij de beste 33%
vroeg	Agata	2	2	4	8	50
	Campina	3	2	5	8	63
	Marabel	1	1	2	8	25
midden vroeg	Fontane	2	1	3	8	38
	Musica	4	3	7	8	88
	Santé	2	2	4	8	50
	Toluca	2	0	2	8	25
	YP03-3	1	2	3	8	38
	Connect	2	3	5	8	63
	Agria	1	3	4	8	50
laat	Mozart	0	1	1	8	13
	Terragold	2	3	5	8	63
	Voyager	2	1	3	8	38

Uit Tabel 11 blijkt dat de rassen Musica, Campina, Connect en Terragold bij een relatief lage hoeveelheid beschikbare stikstof over alle vier jaar-locaties de hoogste opbrengst gaven. De rassen Agata, Santé en Agria behoorden in de helft van de gevallen tot de beste 33 procent. Tabel 11 laat ook zien dat de hoogst opbrengende rassen verdeeld zijn over de drie vroegheidklassen.

Uit Tabel 10 blijkt dat de interactie tussen vroegheidklasse en stikstofgift ($V \times N$) en/of tussen ras en stikstofgift ($V \times R \times N$) significant was. Dit wil zeggen dat de rasvolgorde voor opbrengst bij een lage stikstofgift anders kon zijn dan bij een hoge stikstofgift. Voor de veredeling van stikstofefficiënte rassen betekent dit dat het aan te bevelen is om de proefvelden niet te zwaar te bemesten.

3.3 Aantal stengels per plant

De meeste rassen hebben een vrij vast aantal stengels per knol, welke van jaar tot jaar door omgevingsfactoren kan variëren. In een koel en nat voorjaar worden bijvoorbeeld over het algemeen minder stengels per plant gevormd dan in een warm voorjaar (Kleinkopf et al., 2003)

Tabel 12: Aantal stengels per plant, gemiddelde van de rassen per vroegheidsklasse, voor de jaren 2008 t/m 2011 en de locaties Droevendaal, Grebbedijk en Kraggenburg

		Droevendaal (biologisch)				Grebbedijk 2008 en 2009 (gangbaar) Kraggenburg 2010 en 2011 (biologisch)			
		0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha	gemid- deld	0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha	gemid- deld
2008	vroeg	3,6	4,1	3,4	3,7 ab	4,5	5,1	4,6	4,7 c
	midden	3,8	4,0	4,0	3,9 b	3,7	3,8	3,4	3,6 b
	laat	3,6	3,7	3,4	3,5 a	3,1	3,0	3,2	3,1 a
	gemiddeld	3,6 a	4,0 a	3,5 a		3,9 a	4,1 a	3,9 a	4,7
2009	vroeg	3,8	4,0	4,9	4,3 b	3,2	3,4	3,8	3,5 a
	midden								
	laat	3,6	3,6	4,0	3,7 a	3,3	3,8	3,9	3,6 a
	gemiddeld	3,7 a	3,8 a	4,5 b		3,3 a	3,6 ab	3,8 b	
2010	vroeg	4,5	4,9		4,8 a	4,5	4,6		4,6 b
	midden	4,7	4,8		4,9 a	5,4	5,2		5,2 c
	laat	4,7	4,8		4,8 a	3,6	3,8		3,7 a
	gemiddeld	4,9 a	4,8 a			4,5 a	4,5 a		
2011	vroeg	4,1 b	5,2 c	4,4 b	4,6	3,7	3,8	3,9	3,8 b
	midden	5,1 c	5,2 c	5,2 c	5,2	4,2	4,4	4,7	4,5 c
	laat	3,5 a	3,6 a	4,3 b	3,8	2,8	2,8	3,2	3,0 a
	gemiddeld	4,3	4,7	4,7		3,6 a	3,7 ab	4,0 b	

Tabel 13: Significanties voor het effect van stikstof (N), vroegheid (V) en Ras ($V \times R$)¹, de interactie tussen vroegheid en stikstof ($V \times N$), de interactie tussen ras en stikstof ($V \times R \times N$) voor het gemiddeld aantal stengels per plant, bij alle combinaties van jaar en locatie (D=Droevendaal, G=Grebbedijk, K=Kraggenburg).

effect	D 2008	G 2008	D 2009	G 2009	D2010	K 2010	D 2011	K2011
N	ns	ns	*	*	ns	ns	*	*
V	*	***	***	ns	ns	***	***	***
$V \times R$ ¹	***	***	***	***	ns	***	***	***
$V \times N$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
$V \times R \times N$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹ Bij de ANOVA was ras genest in vroegheid. Voor uitleg zie paragraaf 2.9

Statistische significantie: ns niet significant, * P < 0,05, ** P < 0,01, *** P<0,001

In onze proeven had stikstof nauwelijks een effect op het gemiddeld aantal stengels per plant. Alleen in 2009 op beide locaties en in 2011 op Kraggenburg, werden bij de hoogste stikstofgift meer stengels per plant gevormd dan bij de laagste gift. In één jaar \times locatie combinatie (2011 op Droevendaal) werd een interactie gevonden tussen vroegheidsklasse en stikstofgift voor het aantal stengels per plant. Bij de vroege rassen gaf 60 kg/ha de meeste stengels, terwijl bij de late rassen de meeste stengels werden gevormd bij de hoogste stikstofgift. Bij de middelvroege rassen was het gemiddeld aantal stengels per plant voor iedere stikstofgift even hoog.

Het effect van de vroegheidsklasse was niet eenduidig over de jaren en locaties. In 2009 op de Grebbedijk en in 2010 op Droevendaal had de vroegheid van de rassen geen invloed op het aantal stengels. In de andere jaar \times locatie combinaties was er wel een effect. De middelvroege rassen

hadden meestal gemiddeld de meeste stengels, m.u.v. 2008 op de Grebbedijk waar de vroege rassen de meeste stengels hadden. De late rassen hadden gemiddeld nooit het hoogste aantal stengels.

Gezien de hoge significantie van de V×R interactie, was er naast het effect van vroegheid ook een additioneel raseffect.

3.4 Selectie op basis van aantal stengels per plant

Is het mogelijk om op grond van het aantal stengels per plant te selecteren op genotypen die beter aangepast zijn aan een lage stikstofgift? Om deze vraag te beantwoorden hebben we bepaald welke rassen in meer dan de helft van de gevallen (jaar × locatie combinaties) bij de 33% rassen hoorden met de het hoogste aantal stengels (Tabel 14) en in hoeverre deze rassen overeenkwamen met de hoogst opbrengende rassen. In Bijlage 3 zijn tabellen per jaar en locatie opgenomen waarin de resultaten per ras staan weergegeven.

Tabel 14: Het aantal keer dat een ras bij de 33% rassen behoorde met het hoogste aantal stengels per plant bij een extra stikstof gift van 0 of 60 kg/ha, gebaseerd op de jaren 2010 en 2011 en de locaties Droevendaal en Kraggenburg (beide biologisch).

vroegheidsklasse	ras	aantal keer bij 0 kg/ha	aantal keer bij 60 kg/ha	aantal totaal	aantal keer in de proef (2 jaar x 2 locaties x 2 N-trappen)	Percentage bij de beste 33%
Vroeg	Agata	0	1	1	8	13
	Biogold	1	2	3	8	38
	Bionica	0	1	1	8	13
	Campina	3	3	6	8	75
Middenvroeg	Musica	4	3	7	8	83
	Santé	1	0	1	8	13
	Toluca	2	2	4	8	50
	YP03-3	3	3	6	8	75
	Connect	4	3	7	8	83
Laat	Agria	1	0	1	8	13
	Spirit	0	1	1	8	13

Uit Tabel 14 blijkt dat de rassen Campina, Musica, YP03-0, Connect en Toluca, in (meer dan) de helft van de gevallen tot de rassen behoorden met gemiddeld de meeste stengels per plant. De rassen Musica, Campina en Connect overlaptten hier met de meest opbrengende rassen bij een extra gift van 0 of 60 kg/ha stikstof. Uiteraard zouden via indirecte selectie door middel van het aantal stengels ook rassen uitgekozen worden die niet de hoogste opbrengst gaven. Dit was bijvoorbeeld het geval voor de rassen Toluca en YP03-3. Ook zouden via deze selectiemethode hoog opbrengende rassen gemist worden. In deze proeven waren dit Terragold, Agria, Santé en Agata.

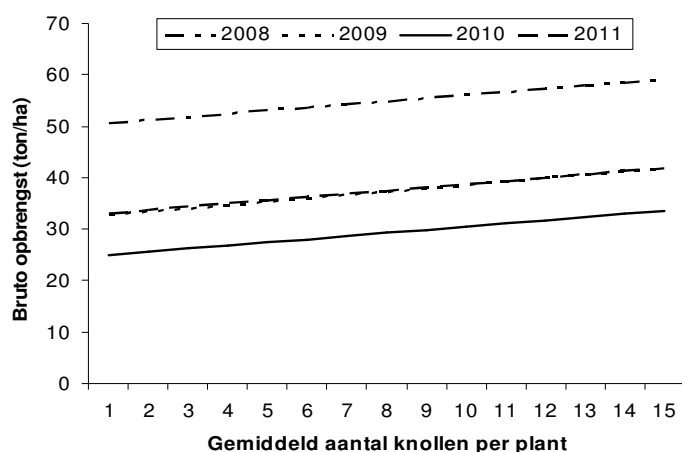
Tabel 15: Het percentage van de hoogst opbrengende rassen dat geselecteerd zou zijn via indirecte selectie op basis van het hoogste aantal stengels per plant, per jaar, locatie en stikstofgift (kg/ha).

Stikstofgift	2010		2011	
	Droevendaal	Kraggenburg	Droevendaal	Kraggenburg
0 kg/ha	33	33	50	50
60 kg/ha	-	50	33	50
210 kg/ha	-	-	33	50

Per jaar en locatie is de link tussen het aantal stengels per plant en opbrengst niet altijd even sterk. Zoals in Tabel 15 te zien is wordt slechts 33 tot 50% van de rassen die het meeste opbrengen geselecteerd via indirecte selectie op basis van het hoogste aantal stengels per plant.

3.5 Aantal knollen per plant

De opbrengst wordt onder andere bepaald door het aantal knollen per plant en de maatsortering. Dat er een verband bestaat tussen het aantal knollen per plant en opbrengst wordt getoond in Figuur 6. Het verband tussen aantal knollen per plant en opbrengst was constant over de jaren (lijnen hebben eenzelfde hellingshoek), maar het niveau verschilde wel per jaar. In 2008 waren de knollen gemiddeld groter dan in de andere jaren. Dit is ook te zien in Figuur 8 (Paragraaf 3.7 Sortering).



Figuur 6: Relatie tussen knoltal en opbrengst in de jaren 2008 t/m 2011. De regressie is uitgevoerd met de data van alle jaren en locaties, met jaar als groep. $R^2 = 0,46$ (gemiddelde over de jaren)

Omgevingsfactoren als het weer (neerslag en temperatuur) en de locatie hebben grote invloed op het aantal knollen per plant. Hierdoor varieert het aantal knollen per plant tussen de jaren, locaties en zelfs tussen planten binnen een veld (Thorton et al, 2007). In onze proeven varieerde het effect van de stikstofgift op het gemiddeld totaal aantal knollen per plant over de jaren en locaties (Tabel 16 en Tabel 17).

In 2011 op beide locaties en op Droevendaal in 2010 en 2009 was er geen stikstofeffect op het gemiddeld aantal knollen per plant. Droge omstandigheden vlak na planten en opkomst zouden hier de oorzaak van kunnen zijn. De stolonproductie en de knolaanleg vindt plaats in een relatief korte tijd van 21 dagen na opkomst (Thorton et al, 2007). Indien in deze periode door weinig vocht weinig mineralisatie heeft plaatsgevonden, zal de extra stikstofgift niet veel invloed gehad hebben op het

aantal knollen per plant. De aardappel vormt bij een hogere stikstofgift vaak wel meer knollen, maar als de extra gift te hoog ($> \pm 200$ kg/ha) is neemt het aantal knollen per plant weer af (Bélanger et al, 2002, Zabihi-e-Mahmoodabad et al, 2010). Het exacte mechanisme hierachter is niet precies bekend, maar wellicht wordt de daling van het aantal knollen veroorzaakt door het uitstel van knolaanleg als er meer stikstof beschikbaar is in de bodem. In onze proeven hebben we een afname van het aantal knollen per plant bij de hoogste stikstofgift waargenomen in 2008. Dit was ook een jaar met voldoende vocht rondom de opkomst, waardoor de beschikbare hoeveelheid stikstof bij de hoogste gift ook daadwerkelijk hoger is geweest dan bij de andere twee behandelingen. Het effect van stikstof op het aantal knollen per plant wordt waarschijnlijk grotendeels bepaald door de hoeveelheid beschikbare stikstof in de drie weken na opkomst. De hoeveelheid beschikbare stikstof is in de biologische landbouw grotendeels afhankelijk van de neerslag, temperatuur en grondsoort. Hierdoor kan het zijn dat in een droog voorjaar de verschillen in stikstofgift nog niet resulteren tot verschillen in beschikbare stikstof in de grond op het moment van knolzetting.

Tabel 16: Aantal knollen per plant, gemiddelde van de rassen per vroegheidsklasse, voor de jaren 2008 t/m 2011 en de locaties Droevendaal, Grebbedijk en Kraggenburg.

		Droevendaal (biologisch)				Grebbedijk 2008 en 2009 (gangbaar) Kraggenburg 2010 en 2011 (biologisch)			
		0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha	gemid- deld	0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha	gemid- deld
2008	vroeg	10,9	11,3	9,9	10,7 b	10,3 a	11,4 ab	10,4 a	10,7
	midden	11,9	12,5	9,9	11,4 c	12,7 b	12,9 b	10,3 a	11,9
	laat	9,9	9,7	8,1	9,3 a	10,0 a	9,2 a	9,0 a	9,4
	gemiddeld	10,8 b	11,0 b	9,3 a		10,7	11,0	9,9	
2009	vroeg	14,5	14,1	14,5	14,4 b	10,6 a	12,7 ab	14,7 b	12,7
	midden								
	laat	10,2	10,5	10,7	10,5 a	10,3 a	10,1 a	10,5 a	10,3
	gemiddeld	12,4 a	12,3 a	12,6 a		10,5	11,4	12,6	
2010	vroeg	14,1	14,3		14,2 b	8,8	10,9		9,7 b
	midden	13,9	14,3		14,2 b	9,6	10,6		10,3 b
	laat	11,9	11,9		11,9 a	7,7	9,0		8,3 a
	gemiddeld	13,3 a	13,5 a			8,7 a	10,1 b		
2011	vroeg	13,7	13,9	12,9	13,5 c	11,4	11,6	11,9	11,6 c
	midden	12,5	12,6	12,3	12,5 b	11,2	10,8	10,2	10,7 b
	laat	9,7	9,9	10,0	9,9 a	9,8	10,1	9,0	9,6 a
	gemiddeld	11,9 a	12,1 a	11,7 a		10,8 a	10,8 a	10,3 a	

Tabel 17: Significanties voor het effect van stikstof (N), vroegheid (V) en Ras ($V \times R$)¹, de interactie tussen vroegheid en stikstof ($V \times N$), de interactie tussen ras en stikstof ($V \times R \times N$) voor bruto opbrengst, bij alle combinaties van jaar en locatie (D=Droevendaal, G=Grebbebedijk, K=Kraggenburg).

effect	D 2008	G 2008	D 2009	G 2009	D2010	K 2010	D 2011	K2011
N	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
V	***	***	***	***	***	***	***	***
$V \times R$ ¹	***	***	***	***	***	***	***	***
$V \times N$	ns	**	ns	*	ns	ns	ns	ns
$V \times R \times N$	ns	*	***	ns	ns	ns	ns	**

¹ Bij de ANOVA was ras genest in vroegheid. Voor uitleg zie paragraaf 2.9

Statistische significantie: ns niet significant, * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$

Het effect van vroegheid op het aantal knollen per plant was duidelijker. Late rassen produceerden minder knollen per plant dan vroege en middelvroege rassen. Het verschil in het aantal knollen tussen vroege en middelvroege rassen was minder eenduidig. In 2008 hadden de middenvroege rassen meer knollen dan de vroege, maar in 2011 was dit andersom. In 2010 was er geen verschil in aantal knollen per plant tussen de vroege en de middenvroege rassen.

In jaar \times locatie combinaties waar interactie tussen vroegheid en stikstofgift werd waargenomen, had stikstof bij de late rassen geen effect, maar bij de vroege of middelvroege rassen wel.



Figuur 7: Proefrooiing (4 planten per kistje) voor een excursie op 30 juni 2009 op Droevendaal. De rassen zijn van links naar rechts geordend op vroegheid (links = vroeg, rechts = laat), Vooraan de controle, in het midden een stikstofgift van 60 kg/ha en achteraan 210 kg/ha. De vroege rassen blijven bij de controle duidelijk achter bij de latere rassen.

3.6 Selectie op gebaseerd op het aantal knollen per plant

In hoeverre komen de rassen met de meeste knollen per plant overeen met de hoogst opbrengende rassen? Om dit te bepalen hebben we geanalyseerd welke rassen in meer dan de helft van de gevallen (jaar × locatie combinaties) bij de 33% rassen hoorden met de het hoogste aantal knollen per plant (Tabel 18) of het met de meeste knollen groter dan 55 per plant (Tabel 19) en in hoeverre deze rassen overeenkwamen met de hoogst opbrengende rassen. In Bijlage 3 zijn tabellen per jaar en locatie opgenomen waarin de resultaten per ras staan weergegeven.

Tabel 18: Het aantal keer dat een ras bij de 33% rassen behoorde met het hoogste aantal knollen per plant bij een extra stikstof gift van 0 of 60 kg/ha, gebaseerd op de jaren 2010 en 2011 en de locaties Droevendaal en Kraggenburg (beide biologisch).

vroegheidsklasse	ras	aantal keer bij 0 kg/ha	aantal keer bij 60 kg/ha	aantal totaal	aantal keer in de proef (2 jaar x 2 locaties x 2 N-trappen)	Percentage bij de beste 33%
Vroeg	Agata	2	3	5	8	63
	Biogold	1	2	3	8	38
	Bionica	1	1	2	8	25
	Campina	2	4	7	8	88
Middenvroeg	Fontane	1	0	1	8	13
	Musica	4	4	8	8	100
	Santé	1	0	1	8	13
	Connect	4	4	8	8	100
Laat	Spirit	0	1	1	8	13
	Terragold	1	1	2	8	25
	Valor	1	1	2	8	25
	Voyager	1	0	1	8	13

In Tabel 18 wordt getoond dat de rassen Agata, Campina, Muscia en Connect gemiddeld de meeste knollen per plant gaven. Deze rassen behoorden alle tot de rassen die gemiddeld over de jaren en locaties het frequentst de hoogste opbrengst gaven bij 0 of 60 kg/ha stikstof (Tabel 11). Opvallend is dat de late rassen maar zelden tot de rassen behoorden met het hoogste aantal knollen per plant. Beschouwen we echter het aantal knollen per plant in de klasse groter dan 55, dan bleken de late rassen vaker meer grote knollen hebben dan de vroege rassen (Tabel 19). De rassen YP03, Mozart en Terragold produceerden het frequentst de meeste grote knollen per plant. Terragold, dat ook tot de meest opbrengende rassen behoorde, had dus een hoge opbrengst dankzij relatief veel grote knollen. Dit zelfde gold in mindere mate ook voor de rassen Santé en Agria.

Tabel 19: Het aantal keer dat een ras bij de 33% rassen behoorde met het hoogste aantal knollen groter dan 55 per plant bij een extra stikstof gift van 0 of 60 kg/ha, gebaseerd op de jaren 2010 en 2011 en de locaties Droevendaal en Kraggenburg (beide biologisch)

vroegheidsklasse	ras	aantal keer bij 0 kg/ha	aantal keer bij 60 kg/ha	aantal totaal	aantal keer in de proef (2 jaar x 2 locaties x 2 N-trappen)	Percentage bij de beste 33%
Vroeg	Agata	1	1	2	8	25
	Biogold	1	0	1	8	13
	Bionica	1	0	1	8	13
Middenvroeg	Santé	1	3	4	8	50
	Toluca	3	1	4	8	50
	YP03-3	2	4	6	8	75
	Connect	1	1	2	8	25
Laat	Agria	2	2	4	8	50
	Mozart	3	2	5	8	63
	Terragold	3	2	5	8	63
	Valor	1	1	2	8	25
	Voyager	2	1	3	8	38

Als het aantal knollen als selectie criterium zou worden gebruikt, dan zou het aan te raden zijn om onafhankelijk van elkaar te selecteren op het totaal aantal knollen per plant, en het aantal grote knollen per plant. Het blijken aanvullende criteria, dat wil zeggen dat er per criterium andere rassen worden uitgezocht, die wel tot de meest opbrengende rassen behoren.

Tabel 20: Het percentage van de hoogst opbrengende rassen dat geselecteerd zou zijn via indirecte selectie op basis van het hoogste aantal knollen per plant, per jaar, locatie en stikstofgift (kg/ha).

	2010		2011	
	Droevendaal	Kraggenburg	Droevendaal	Kraggenburg
0 kg/ha N	50	83	50	50
60 kg/ha N	33	33	50	33
210 kg/ha N	-	-	33	87

Tabel 21: Het percentage van de hoogst opbrengende rassen dat geselecteerd zou zijn via indirecte selectie op basis van het hoogste aantal knollen groter dan 55 per plant, per jaar, locatie en stikstofgift (kg/ha).

	2010		2011	
	Droevendaal	Kraggenburg	Droevendaal	Kraggenburg
0 kg/ha N	33	66	33	50
60 kg/ha N	67	83	33	33
210 kg/ha N	-	-	66	50

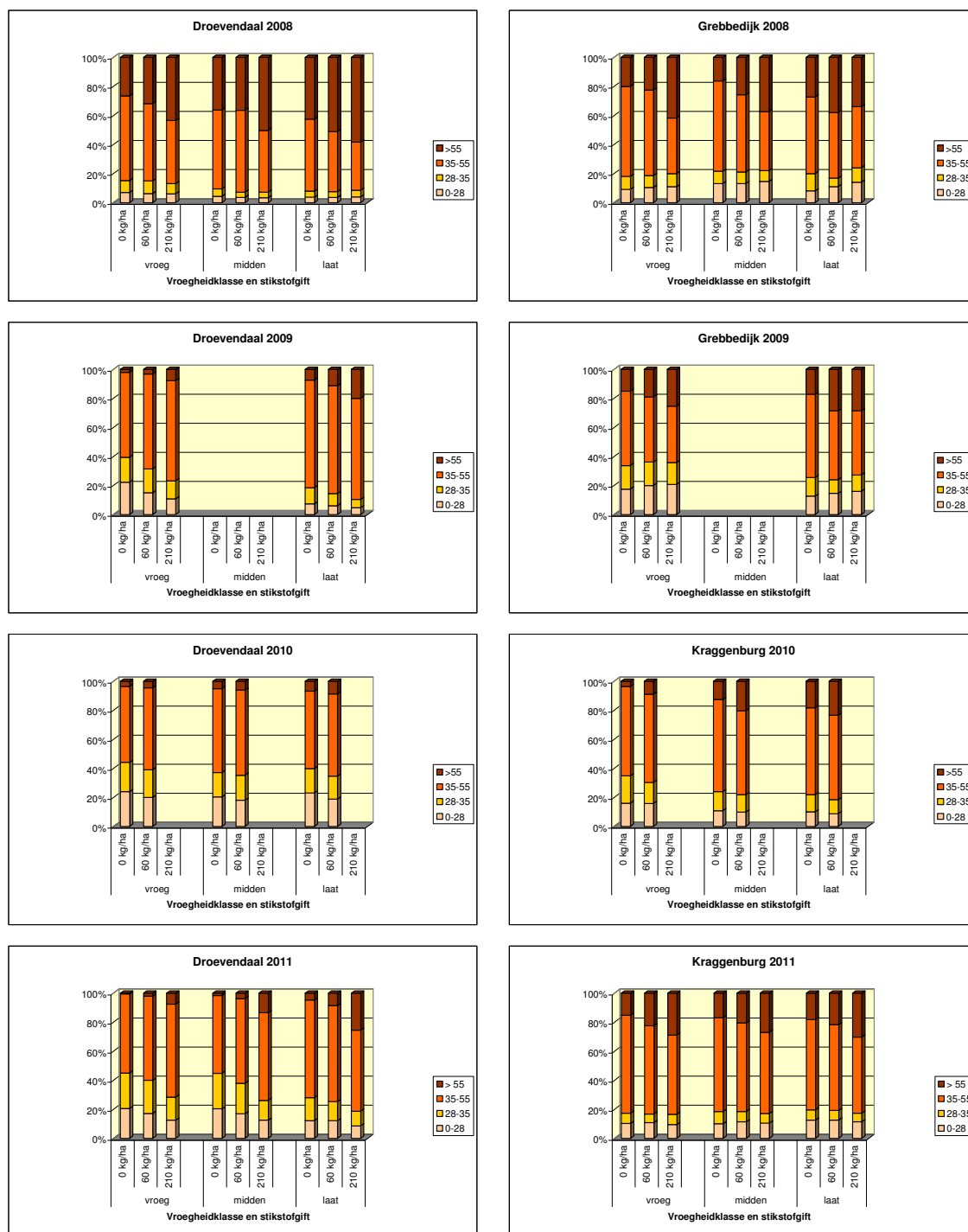
Tabel 20 toont dat bij indirecte selectie op grond van het hoogste aantal knollen per plant 33 tot 87% van de hoogst opbrengende rassen geselecteerd wordt. Voor het aantal knollen groter dan 55 ligt dit percentage tussen de 33 en 83% (Tabel 21).

3.7 Sortering

In paragraaf 3.5 is al getoond dat de opbrengst niet alleen bepaald wordt door het aantal knollen, maar dat ook de knolgrootte van belang is. De stikstofgift heeft geen invloed op de groeisnelheid van de knollen, (Kleinkopf et al., 2003), maar bij late rassen wordt de knolaanleg bij een te hoge stikstofgift bij het planten uitgesteld. De plant investeert langer in de ontwikkeling en groei van het loof. De opbrengst hangt dan af van de lengte van het groeiseizoen. De toename van de knolgrootte gaat door zolang translocatie van materiaal van stengel naar knol plaats vindt. Tien tot vijftien procent van de productie kan zo in de laatste groeifase gerealiseerd worden (Kleinkopf et al, 2003). In Figuur 8 worden voor alle 8 jaar \times locatie combinaties per vroegheidsklasse en stikstofgift het percentage knollen per maatklasse (0-28, 28-35, 35-55 en > 55) gepresenteerd.

Figuur 8 toont dat het percentage grote knollen (klasse > 55) toenam met toenemende laatheid en N-gift. Vroege rassen hadden over het algemeen meer kleinere knollen (klasse < 35). In sommige jaar \times locatie combinaties nam het percentage kleine knollen af met een hogere stikstofgift (2011 op Droevendaal, 2010 op beide locaties en in 2009 op Droevendaal). Als dit het geval was nam het percentage knollen in de klasse > 55 toe maar bleef het percentage knollen in de klasse 35-55 constant over de stikstofgift heen. In andere jaar \times locaties combinaties veranderde het percentage kleine knollen niet met een toename van de N-gift. In deze gevallen ging de toename van het percentage grote knollen te koste van het percentage knollen in de klasse 35-55.

Het percentage grote knollen verschilde nogal van jaar tot jaar. In 2008 werden relatief de meeste grote knollen gevormd. Het jaar 2008 was ook groeizaam: stilstand in de groei vond niet plaats en het gewas werd 100 dagen na poten gebrand. In 2010 werden relatief weinig grote knollen gevormd. In dat jaar stond de gewasgroei in de droge zomer enige tijd stil.



Figuur 8: Invloed van stikstofgift en vroegheid op de sortering van de knollen over de matklassen 0-28, 28-35, 35-55 en > 55 (percentage van het aantal knollen per plant), per jaar × locatie combinatie.

Referenties

Bélanger, G., Walsh, J.R., Richards, J.E., Milburn, P.H., and N. Ziadi, 2002. **Nitrogen fertilization and irrigation affects tuber characteristics of two potato cultivars.** Amer. J. of Potato Res. 79:269-279.

Kleinkopf, G.E., Brandt, T. L. and N. Olsen, 2003. **Physiology of tuber bulking.** Presented at the Idaho Potato conference on January 23, 2003.

Thornton, M., Pavsek, M. and W.H. Bohl, 2007. **Importance of tuber set and bulking rate.** Presented at the Idaho Potato Conference on January 17, 2007.

Zabihi-e-Mahmoodabad, R., Jamaati-e-Somarin, S., Khayatnezhad, M., and r. Gholamin, 2010. **Quantitative and qualitative yield of potato tuber by used of nitrogen fertilizer and plant density.** American-Eurasian J. Agric.& Environ. Sci., 9 (3): 310-318.

4 Resultaten: stikstofefficiëntie

In dit hoofdstuk worden de resultaten met betrekking tot de stikstofefficiëntie van de verschillende rassen besproken. In dit onderzoek spreken we van een stikstofefficiënt ras als deze bij een lage stikstofgift een goede opbrengst kan geven. Om meer inzicht te verkrijgen waardoor het komt dat het ene ras efficiënter is dan het andere ras, hebben we onderzocht hoe de rassen presteren met betrekking tot de processen die ten grondslag liggen aan de droge-stofproductie.

Een ras kan bij een lage stikstofgift efficiënt zijn doordat het relatief veel stikstof opneemt, of doordat de opgenomen stikstof grotendeels in de knol terecht komt, of doordat de opgenomen stikstof in de knol efficiënt wordt omgezet in droge stof, of door een combinatie van deze eigenschappen.

Van de gangbare locatie de Grebbedijk, waar gespoten werd tegen *Phytophthora infestans*, zijn de resultaten van de laatste tussen oogst gebruikt, die samenviel met de door het branden vervroegde eind oogst van het biologische gewas op Droevendaal. Hiermee was het groeiseizoen (van poten tot branden of oogsten) voor alle jaren en locaties: 90 tot 95 dagen. Om het verschil tussen een gangbaar en een biologisch groeiseizoen zichtbaar te maken worden bij de droge-stofproductie in de knol ook de resultaten van de eind oogst van de Grebbedijk besproken.

In Bijlage 4 zijn tabellen opgenomen waarin de resultaten per jaar, locatie en ras zijn weergegeven.

4.1 Droge-stofproductie in de knol per hectare

In berekeningen voor stikstofefficiëntie wordt in de gewasfysiologie gerekend met de droge-stofproductie in plaats van het versgewicht. In dit rapport gaan we ook van uit van de droge-stofproductie. Tabel 22 laat de droge-stofproductie in de knol (ton/ha) zien, uitgesplitst naar jaar, locatie en vroegheidsklasse bij de drie stikstofbehandelingen.

Tabel 22: Opbrengst in droge stof in de knol (ton/ha) bij een stikstofgift van 0, 60 of 210 kg/ha, gemiddelde van de rassen per vroegheidklasse, voor de jaren 2008 t/m 2011 en de locaties Droevendaal, Grebbedijk en Kraggenburg.

		Droevendaal (biologisch)				Grebbedijk 2008 en 2009 (gangbaar) Kraggenburg 2010 en 2011 (biologisch)			
		0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha	gemid- deld	0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha	gemid- deld
2008	vroeg	10,0 a*	11,0 b	11,0 b	10,6	8,8 a	10,2 bc	11,8 def	10,3
	midden	12,1 de	12,5 ef	11,7 cd	12,1	11,1 cdef	12,4 f	10,7 bcde	11,4
	laat	11,4 c	12,9 f	11,3 c	11,9	10,5 bcd	11,9 ef	9,5 ab	10,6
	gemiddeld	10,9	12,0	11,2		9,89	11,26	10,8	
2009	vroeg	6,0	7,0	8,0	7,0 a**	6,6 a	8,0 b	9,3 cd	8,0
	midden	7,4	7,9	7,0	8,3 b	8,1 bc	9,4 d	8,5 b	9,1
	laat	7,3	8,4	9,3	8,3 b	8,0 b	9,4 d	9,9 d	8,7
	gemiddeld	6,6 a	7,7 b	8,7 c		7,3	8,7	9,14	
2010	vroeg	5,2	5,6	*	5,5 a	3,8	5,4	*	4,9 a
	midden	6,3	6,8	*	6,6 b	6,2	7,5	*	7,1 c
	laat	5,4	5,8	*	5,7 a	5,3	6,5	*	6,1 b
	gemiddeld	5,6 a	6,1 a	*		5,1 a	6,5 b	*	
2011	vroeg	5,0	5,9	6,9	5,9 a	8,0 ab	8,8 bc	9,6 c	8,8
	midden	5,3	6,5	8,7	6,8 b	8,1 ab	8,3 ab	7,8 a	8,1
	laat	5,3	6,4	8,6	6,7 b	7,4 a	7,8 a	7,4 a	7,5
	gemiddeld	5,2 a	6,3 a	8,2 b		7,8	8,3	8,1	

* verschillende letters geven een significante verschillen aan op basis van de lsd ($P < 0,05$) rekening houdend met interactie tussen vroegheidklasse en stikstofgift.

** verschillende letters geven een significant verschil van het hoofdeffect aan op basis van lds ($P < 0,05$). In deze gevallen was er geen significante interactie tussen vroegheidklasse en stikstofgift.

*** In 2009 bestond de groep middenvroeg rassen alleen uit Fontane

Indien er geen interactie plaats vond tussen vroegheidklasse en stikstofbehandeling nam de drogestof productie toe met een hogere stikstofgift. De middenvroeg en late rassen hadden over het algemeen een hogere opbrengst dan de vroege rassen, met dien verstande dat de middenvroeg een even hoge of soms zelfs een hogere opbrengst hadden dan de late rassen. In Tabel 22 is ook te zien dat in de helft van de jaar \times locatie combinaties wel een interactie was tussen vroegheidklasse en stikstofbehandeling, d.w.z. dat de vroege rassen anders bleken te reageren op de stikstofbehandelingen dan de middenvroeg en de late rassen. Bij de vroege rassen nam de drogestofproductie toe bij een hogere stikstofgift. Bij de latere rassen werd een optimum gevonden bij de stikstofgift van 60 kg/ha. Dit is waarschijnlijk een effect van het oogstmoment, 95 - 100 dagen na planten. Voor de middenvroeg en late rassen was dit aan de vroege kant. Een hogere stikstofgift heeft een vertragend effect op de knolvulling. Hierdoor realiseren de latere rassen bij een hoge stikstofgift en vroege rooidatum een lagere opbrengst dan bij een meer gematigde gift. Bij een langere groeiperiode verdween dit effect. In Tabel 23 is te zien dat bij de eindooft van de 'beschermde teelt' op de Grebbedijk voor alle vroegheidklassen de droge-stofproductie toenam met een hogere stikstofgift. De late rassen vertoonden hierbij in de laatste 40 dagen een grotere toename in gewicht dan de middenvroeg en vroege rassen.

Tabel 23: Droge-stofproductie (ton/ha) in de knol bij de eind oogst op de Grebbedijk in 2008 en 2009 voor de drie vroegheidsklassen en stikstofbehandelingen en de toename in gewicht tussen de derde tussen oogst en de eind oogst (periode van ongeveer 40 dagen).

Droge-stofproductie eind oogst (ton/ha)					Toename droge stof tussen derde en eind oogst (ton/ha)			
2008	0	60	210	gemid-	0 kg/ha	60	210	gemid-
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	deld		kg/ha	kg/ha	deld
vroeg	9,1 a	10,8 a	13,9 bc	11,3	0,3	0,6	2,1	0,9
midden	12,7 b	14,5 c	15,4 cd	14,2	1,6	2,2	4,7	2,8
laat	15,4 cd	15,7 de	17,3 e	16,1	4,9	3,8	7,8	6,7
gemiddeld	12,0	13,3	15,3		2,1	2,0	4,5	
2009								
vroeg	8,2	9,5	10,8	9,5 a**	1,6	1,5	1,4	1,5
midden***	14,1	15,5	19,3	16,3 b	6,0	6,1	10,8	7,2
laat	11,9	14,7	17,5	14,7 b	3,9	6,3	7,6	6,0
gemiddeld	10,4 a	12,2 b	14,4 c		3,1	3,5	5,3	

* verschillende letters geven een significante verschillen aan op basis van de lsd ($P < 0,05$) rekening houdend met interactie tussen vroegheidsklasse en stikstofgift.

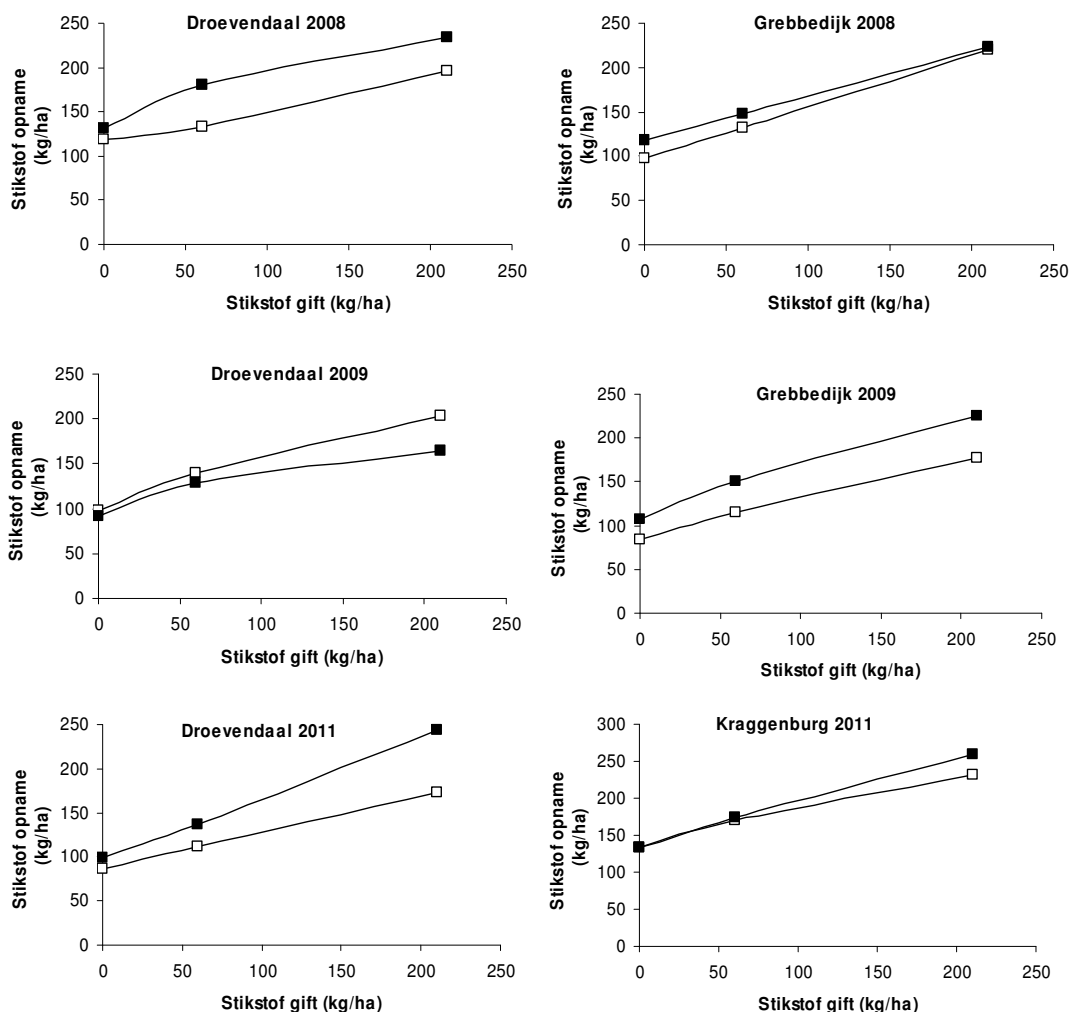
** verschillende letters geven een significant verschil van het hoofdeffect aan op basis van lsd ($P < 0,05$). In deze gevallen was er geen significante interactie tussen vroegheidsklasse en stikstofgift.

*** In 2009 was bestond de groep middenvroeg rassen alleen uit Fontane

4.2 Stikstofopname

De hoeveelheid stikstof die een aardappelgewas opneemt hangt ondermeer af van de hoogte van de stikstofgift, de mate van wortelgroei, het functioneren van het wortelstelsel, de lengte van het groeiseizoen en de processen in de bodem (Vos, 2009). De processen in de bodem hangen onder andere af van milieufactoren als grondsoort, temperatuur en vochtigheid. De relatie tussen stikstofgift en stikstofopname kan worden beschreven met een kwadratisch model ($Y = a + bx + cx^2$). De coëfficiënten worden beïnvloed door de locatie en het seizoen (Vos, 1997). De diepte van de beworteling wordt deels bepaald door bodemfactoren als dichtheid, structuur en pH. Ook het functioneren van het wortelstelsel hangt af van externe factoren als ziekten en plagen, droogte etc. De beworteling en de lengte van het groeiseizoen worden echter ook deels genetisch bepaald. Dit veronderstelt dat de coëfficiënten van de beschreven relatie ook beïnvloed kunnen worden door ras of vroegheidsklasse.

Of dit effect er was hebben we in dit rapport niet aan het kwadratisch model berekend. We zijn uitgegaan van de figuren waarin de waargenomen data zijn gebruikt om de relatie tussen stikstofgift en stikstofopname te laten zien (Figuur 9).



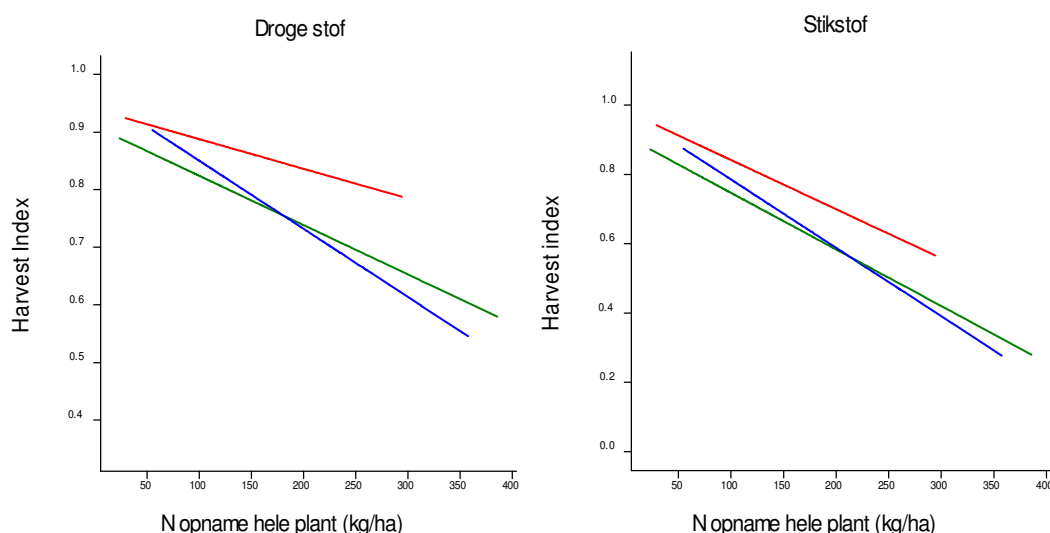
Figuur 9: De relatie tussen de totale stikstofopname (loof en knol) op het moment van de eind oogst (Grebbedijk laatste tussen oogst) en de hoogte van de stikstofgift voor vroege rassen (open symbool) en late rassen (gesloten symbool) voor de jaren 2008, 2009 en 2011 en de locaties Droevendaal, Grebbedijk en Kraggenburg. De gemiddeldes zijn gebaseerd op de rassen die in alle jaren op alle locaties in de proeven waren opgenomen; vroege rassen: Agata, Biogold en Bionica; late rassen: Agria, Spirit¹ en Terragold.

In Figuur 9 is te zien dat de stikstofopname toeneemt met de stikstofgift. De intercept op de Y-as was voor de verschillende jaren en locaties verschillend en is afhankelijk van de beschikbare bodemvoorraad stikstof. Bij deze, voor aardappel lage, hoeveelheid beschikbare stikstof was er geen verschil in stikstofopname tussen vroege (open symbolen) en late rassen (gesloten symbolen). Bij een hogere stikstofgift bleken er soms wel en soms geen verschil in opname te zijn tussen de vroege en de late rassen. In 50 procent van de jaar \times locatie combinaties namen de late rassen meer stikstof op dan de vroege rassen. In twee situaties werd geen effect van vroegheid op de stikstofopname gevonden. En in 2009 op Droevendaal waren het juist vroege rassen die de meeste stikstof opnamen. Er blijkt dus zeker een genetische component aanwezig te zijn in stikstofopname. Deze is sterk verbonden met de vroegheidsklasse van het ras.

¹ Spirit miste in de proeven van 2009. Dit ras is toch meegenomen omdat anders een gemiddelde van maar twee rassen genomen kon worden.

4.3 Harvest Index

De Harvest Index (oogst index in het Nederlands, maar in dit rapport wordt de Engelse term gebruikt) voor droge stof is de hoeveelheid droge stof in de knol ten opzichte van de hoeveelheid droge stof in de hele plant en wordt afgekort als HI. Een hogere Harvest Index draagt dus bij aan een hogere droge-stofopbrengst in de knol.



Figuur 10: Harvest Index voor droge stof en stikstof versus stikstofopname door de gehele plant. De lijnen zijn gefit met een lineaire regressie ($Y=a+bx$) op basis van alle data van alle jaren en locaties, met vroegheid als groep. Rood = vroege rassen, blauw = middenvroeg rassen, groen = late rassen. De bijbehorende coëfficiënten staan in Tabel 24.

Tabel 24: Regressiecoëfficiënt en de coëfficiënten van de lineaire regressie ($Y=a+bx$) van het verband tussen Harvest Index op basis van droge stof of stikstof per vroegheidsklasse.

	Op basis van droge stof $R^2=0,32$		Op basis van stikstof $R^2=0,45$	
	a^1	b^2	a	b
Vroege rassen	0,9392	-0,0005155	0,9832	- 0,001418
Middenvroeg rassen	0,9683	-0,0011815***	0,9825	- 0,001972***
Late rassen	0,9096*	-0,000855**	0,9100***	-0,001632

De sterretjes geven een significant verschil aan ten opzichte van de vroege rassen. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$. ¹ a = intercept, het snijpunt op de y-as, ² b = de richtingscoëfficiënt van de helling van de lijn.

De Harvest Index voor stikstof (N) is hier gedefinieerd als de hoeveelheid stikstof in de knol (kg/ha) gedeeld door de hoeveelheid stikstof in de totale plant (loof en knol samen) (kg/ha) of in een formule $HI(N) = N_{knol} / (N_{knol} + N_{loof})$. Met name tijdens het groeiseizoen neemt de Harvest Index af bij een hogere stikstofgift. Aan het einde van het groeiseizoen verdwijnt dit effect grotendeels (Millard and Marshall, 1986). In onze proeven, die naar gangbare maatstaven vroeg werden geoogst, vonden we bij de eind oogst zowel een effect van stikstof als van de vroegheidsklasse op beide Harvest Indices. Figuur 10 laat zien dat de Harvest Index van zowel de droge stof als de stikstof afnam indien het gewas meer stikstof had opgenomen. De Harvest Index van de vroege rassen was over de hele

stikstofopname range hoger dan van de latere rassen. Bij de middenvroeg en late rassen vond er interactie plaats tussen vroegheidklasse en stikstofopname. Dit omslagpunt lag ongeveer bij 175 kg/ha stikstof voor HI (ds) en bij 200 kg/ha opgenomen stikstof voor HI (N). Bij een lagere opname hadden de middenvroeg rassen een hogere Harvest Index, maar een hogere opname hadden de late rassen een hogere Harvest Index. In Tabel 25 is te zien dat er meestal geen verschil in Harvest Index (N) was tussen de controle en de stikstofgift van 60 kg/ha. Bij de gift van 210 kg/ha stikstof was de Harvest Index een stuk lager.

Tabel 25: Harvest Index (N) bij een stikstofgift van 0, 60 of 210 kg/ha, gemiddelde van de rassen per vroegheidklasse, voor de jaren 2008 t/m 2011 en de locaties Droevendaal, Grebbedijk en Kraggenburg.

		Droevendaal				Grebbedijk 2008 en 2009 Kraggenburg 2010 en 2011			
		0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha	gemid- deld	0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha	gemid- deld
2008	vroeg	0,961 e	0,961 e	0,894 d	0,938	0,841 e	0,868 e	0,759 d	0,823
	midden	0,978 e	0,975 e	0,958 e	0,970	0,714 c	0,701 c	0,576 b	0,664
	laat	0,829 c	0,763 b	0,648 a	0,747	0,702 c	0,727 cd	0,528 a	0,652
	gemiddeld	0,921	0,898	0,826		0,766	0,784	0,642	
2009	vroeg	0,672	0,617	0,620	0,636 a	0,750 b	0,759 b	0,704 b	0,738 b
	midden								
	laat	0,692	0,669	0,687	0,683 b	0,637 a	0,646 a	0,516 a	0,600a
	gemiddeld	0,682 a	0,643 a	0,653 a		0,694 b	0,702 b	0,610 a	
2010	vroeg	0,962	0,965	*	0,964 c	0,842	0,866	*	0,858 c
	midden	0,914	0,924	*	0,921 b	0,718	0,791	*	0,767 b
	laat	0,873	0,896	*	0,888 a	0,672	0,749	*	0,723 a
	gemiddeld	0,916 a	0,929 a	*		0,744 a	0,802 b	*	
2011	vroeg	0,749	0,727	0,652	0,710 c	0,726	0,714	0,641	0,694 b
	midden	0,662	0,645	0,576	0,627 b	0,639	0,584	0,486	0,570 a
	laat	0,626	0,617	0,536	0,593 a	0,587	0,580	0,442	0,537 a
	gemiddeld	0,674 b	0,659 b	0,584 a		0,651 b	0,626 b	0,523 a	

Het effect van de vroegheidklasse op de Harvest Index (N) was constant over de jaren en locaties heen. Een later ras had een lagere Harvest Index (N) dan een vroeg ras.

4.4 Hoeveelheid stikstof in de knol

De totale stikstof die in de knol terecht komt wordt bepaald door de stikstofopname van het gewas, en de Harvest Index van zowel droge stof als stikstof. In Tabel 26 is te zien dat de hoeveelheid stikstof die uiteindelijk in de knol terecht kwam, toe nam met een hogere stikstofgift. De verschillen in de hoeveelheid stikstof in de knol tussen de vroegheidklassen waren niet significant. Dit is te verklaren doordat de late rassen welliswaar iets efficiënter waren in hun stikstofopname dan de vroeg rassen, maar een lagere Harvest Index hadden, waardoor uiteindelijk de hoeveelheid stikstof in de knol ongeveer gelijk was.

Tabel 26: Hoeveelheid stikstof in de knol (kg/ha) bij een stikstofgift van 0, 60 of 210 kg/ha, gemiddelde van de rassen per vroegheidsklasse, voor de jaren 2008 t/m 2011 en de locaties Droevendaal, Grebbedijk en Kraggenburg.

		Droevendaal				Grebbedijk 2008 en 2009 Kraggenburg 2010 en 2011			
		0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha	gemid- deld	0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha	gemid- deld
2008	vroeg	107,0 a	120,5 ab	158,8 e	128,8	84,2 a	111,2 b	161,5 d	119,1
	midden	110,9 a	126,2 bc	149,3 de	128,8	78,8 a	103,8 b	132,6 c	105,1
	laat	106,8 a	136,3 cd	147,0 de	130,1	83,2 a	107,5 b	118,5 bc	103,1
	gemiddeld	107,8	127,1	152,8		82,9	108,3	140,8	
2009	vroeg	65,3	83,6	121,5	90,1 a	62,6 a	88,5 ab	125,2 c	92,1
	midden								
	laat	63,9	80,9	115,6	86,8 a	70,3 a	100,2 bc	101,2 bc	90,6
	gemiddeld	4,6 a	82,2 b	118,5 c		66,5	94,4	113,2	
2010	vroeg	70,9	79,18	*	76,4 b	52,9	80,3	*	71,2 a
	midden	66,7	78,79	*	74,8 b	69,3	93,3	*	85,3 b
	laat	58,0	69,15	*	65,4 a	60,0	81,7	*	74,5 a
	gemiddeld	65,2 a	75,71 b	*		60,7 a	85,1 b	*	
2011	vroeg	68,7	83,0	111,9	87,9 a	98,9	118,0	146,4	121,1 b
	midden	61,9	81,8	117,1	86,9 a	89,3	96,5	107,2	97,7 a
	laat	64,9	79,8	122,1	88,9 a	81,0	96,1	110,0	95,7 a
	gemiddeld	64,8 a	81,5 a	117,3 b		89,2 a	102,4 a	119,0 b	

4.5 Relatie tussen stikstofopname van de knol en droge stof productie in de knol

De hoeveelheid eindproduct geproduceerd per eenheid stikstof die aanwezig is in de hele plant wordt wel de nitrogen use efficieny (NUE, of in het Nederlands stikstofbenuttings-efficiëntie) genoemd. In dit rapport zal de Engelse term gebruikt worden. De NUE is onder andere afhankelijk van de Harvest Index en de hoeveelheid droge stof die per eenheid stikstof wordt gevormd.

In dit rapport gebruiken we een meer specifieke definitie van NUE en deze noemen we NUE_{knol} .

NUE_{knol} is de hoeveelheid drogestof in de knol per eenheid stikstof aanwezig in de knol. Aangezien in onze proeven de hoeveelheid stikstof in het loof bij de eind oogst is geschat (zie hoofdstuk 2 materiaal en methoden) is de NUE_{knol} een meer betrouwbare parameter dan NUE.

In de vorige paragraaf hebben we gezien dat, bij een oogst 90 – 95 dagen na planten, de uiteindelijke hoeveelheid stikstof in de knol (kg/ha) niet beïnvloed werd door de vroegheid van het ras. Er was wel een effect van vroegheid gevonden op de opbrengst (droge stof productie in de knol per hectare). Dit impliceert dat de uiteindelijke rasverschillen veroorzaakt werden door verschillen in de NUE_{knol} .

Tabel 27: NUE_{knol} (kg/ha ds in de knol/ N in de knol (kg/ha)) bij een stikstofgift van 0, 60 of 210 kg/ha, gemiddelde van de rassen per vroegheidklasse, voor de jaren 2008 t/m 2011 en de locaties Droevendaal, Grebbedijk en Kraggenburg.

		Droevendaal				Grebbedijk 2008 en 2009 Kraggenburg 2010 en 2011			
		0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha	gemid- deld	0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha	gemid- deld
2008	vroeg	94,8	91,9	70,1	85,6 a	104,9 c	92,6 b	73,5 a	90,3
	midden	109,6	100,4	79,2	96,4 b	141,1 e	122,2 d	81,0 a	114,9
	laat	107,8	95,6	78,2	93,9 b	128,0 d	111,9 c	80,2 a	106,7
	gemiddeld	102,4 c	95,0 b	74,8 a		120,7	105,6	77,4	
2009	vroeg	92,5	84,2	66,3	81,0 a	107,0	92,8	77,7	92,5 a
	midden	124,4	105,6	81,2	103,7 c	113,1	93,8	93,4	100,1 a
	laat	109,2	103,7	81,7	98,2 b	120,3	98,0	80,1	99,5 a
	gemiddeld	103,4 c	94,1 b	74,0 a		112,4 c	94,7 b	81,1 a	
2010	vroeg	70,9	79,2	*	76,4 b	72,6	67,2	*	69,0 a
	midden	66,7	78,8	*	74,8 b	89,9	81,4	*	84,3 b
	laat	58,0	69,2	*	65,4 a	88,1	80,3	*	82,9 b
	gemiddeld	65,2 a	75,7 b	*		83,5 b	76,3 a	*	
2011	vroeg	73,2	71,3	62,4	69,0 a	81,7	75,2	65,6	74,2 a
	midden	85,1	78,6	74,9	79,6 b	92,2	86,0	72,8	83,7 b
	laat	80,9	80,0	71,0	77,3 b	93,7	81,8	67,7	81,1 b
	gemiddeld	80,4 c	77,1 b	70,1		89,2 b	81,0 b	68,7 a	

In Tabel 27 is te zien dat er zowel een duidelijk stikstofeffect als een vroegheid effect was op de NUE_{knol} . De NUE_{knol} nam af bij een hogere stikstofgift. Over het algemeen hadden de vroege rassen een lagere waarde voor NUE_{knol} dan de late rassen en de middenvroge rassen.

De relatie tussen stikstofopname in de knol en de droge stofproductie kan beschreven worden met een exponentieel model (Vos, 1997). In Tabel 28 staat de correlatie-coëfficiënt van zowel de exponentiële regressie als de lineaire regressie tussen de hoeveelheid stikstof in de knol en de droge-stofopbrengst van de knol, voor alle stikstofbehandelingen (0, 60 en 210 kg/ha) en voor alleen de lage stikstof behandelingen (0 en 60 kg/ha, alleen lineaire regressie). De lage stikstofniveaus komen namelijk het meest overeen met de biologische praktijk. De regressie is twee keer uitgevoerd; één keer zonder groep en één keer met vroegheid als groep. In het tweede geval worden er drie aparte regressie lijnen verkregen met ieder een eigen constante (a). De R^2 is het gemiddelde van deze drie. In Bijlage 5 staan nog uitgebreidere tabellen.

Tabel 28: De correlatie-coëfficiënt R^2 bij exponentiële en lineaire regressie tussen de hoeveelheid stikstof in de knol (kg/ha) en de drogestof opbrengst van de knol (ton/ha), zonder en met vroegheidsklasse als groep, bij alle stikstof giften (0, 60 en 210 kg/ha)

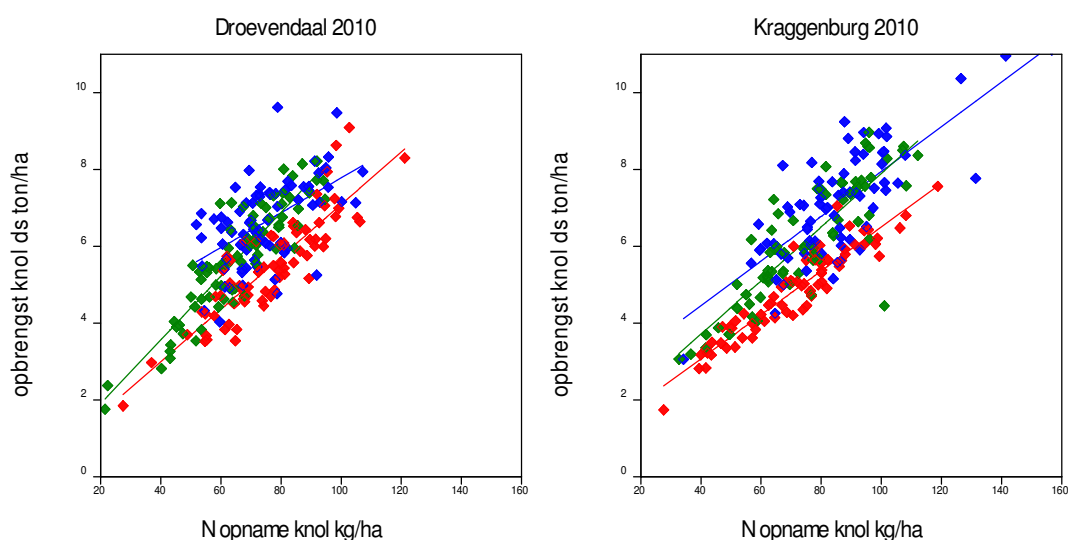
		Alle stikstofgiften		Alle stikstofgiften		Lage stikstofgiften	
		exponentieel ($Y=a+br^x$)		lineair ($Y=a+bx$)		lineair ($Y=a+bx$)	
		zonder	met	zonder	met	zonder	met
		groep	groep ¹	groep	groep ¹	groep	groep ¹
jaar	locatie	R^2	R^2	R^2	R^2	R^2	R^2
2008	Droevendaal	0,19	0,37***	0,09	0,31***	0,33	0,54***
	Grebbedijk	0,30	0,42***	0,31	0,42***	0,42	0,79***
2009	Droevendaal	0,54	0,80***	0,55	0,80***	0,40	0,81***
	Grebbedijk	0,47	0,50*	0,42	0,47*	0,36	0,45*
2010	Droevendaal	0,55	0,69***	0,54	0,68***	0,54	0,68***
	Kraggenburg	0,68	0,80***	0,68	0,80***	0,68	0,80***
2011	Droevendaal	0,81	0,86***	0,80	0,84***	0,78	0,81***
	Kraggenburg	0,62	0,64**	0,60	0,61*	0,63	0,65**

¹groep is vroegheid

De regressie was altijd significant ($P < 0,001$). De sterretjes in de kolommen met groep geven aan of de 'change' significant was. Dat wil zeggen of er significante verschillen waren tussen de vroegheidsklassen.

*** = $P < 0,001$, ** = $P < 0,01$, * = $P < 0,05$.

In Tabel 28 is te zien dat een lineaire regressie de relatie tussen de hoeveelheid stikstof in de knol en de drogestof productie in de knol even goed beschrijft als het exponentiële model. In de meeste gevallen nam de regressie toe als er rekening werd gehouden met de vroegheid van de rassen. In Figuur 11 zijn de bijbehorende grafieken te zien van de proeven in 2010.



Figuur 11: De relatie tussen de hoeveelheid stikstof in de knol (kg/ha) en de drogestof (ds) opbrengst van de knol (ton/ha) in 2010 op de locaties Droevendaal en Kraggenburg voor de vroege (rood), middenvroege (blauw) en late (groen) rassen. De lijnen zijn gefit met een lineaire regressie $Y=a+bx$. De bijbehorende coëfficiënten staan in Tabel 29.

Tabel 29: Coëfficiënten voor de lineaire regressie ($Y=a+bx$) van stikstofopname in de knol (kg/ha) en de drogestofproductie in de knol (ton/ha) voor de vroege, middenvroeg en late rassen in 2010 op de locaties Droevendaal en Kraggenburg.

	Droevendaal		Kraggenburg	
	a	b	a	b
vroege rassen	0,265	0,06825	0,718	0,05719
middenvroeg rassen	3,247***	0,04533*	2,121*	0,05825
late rassen	0,25	0,08287**	0,914	0,06983*

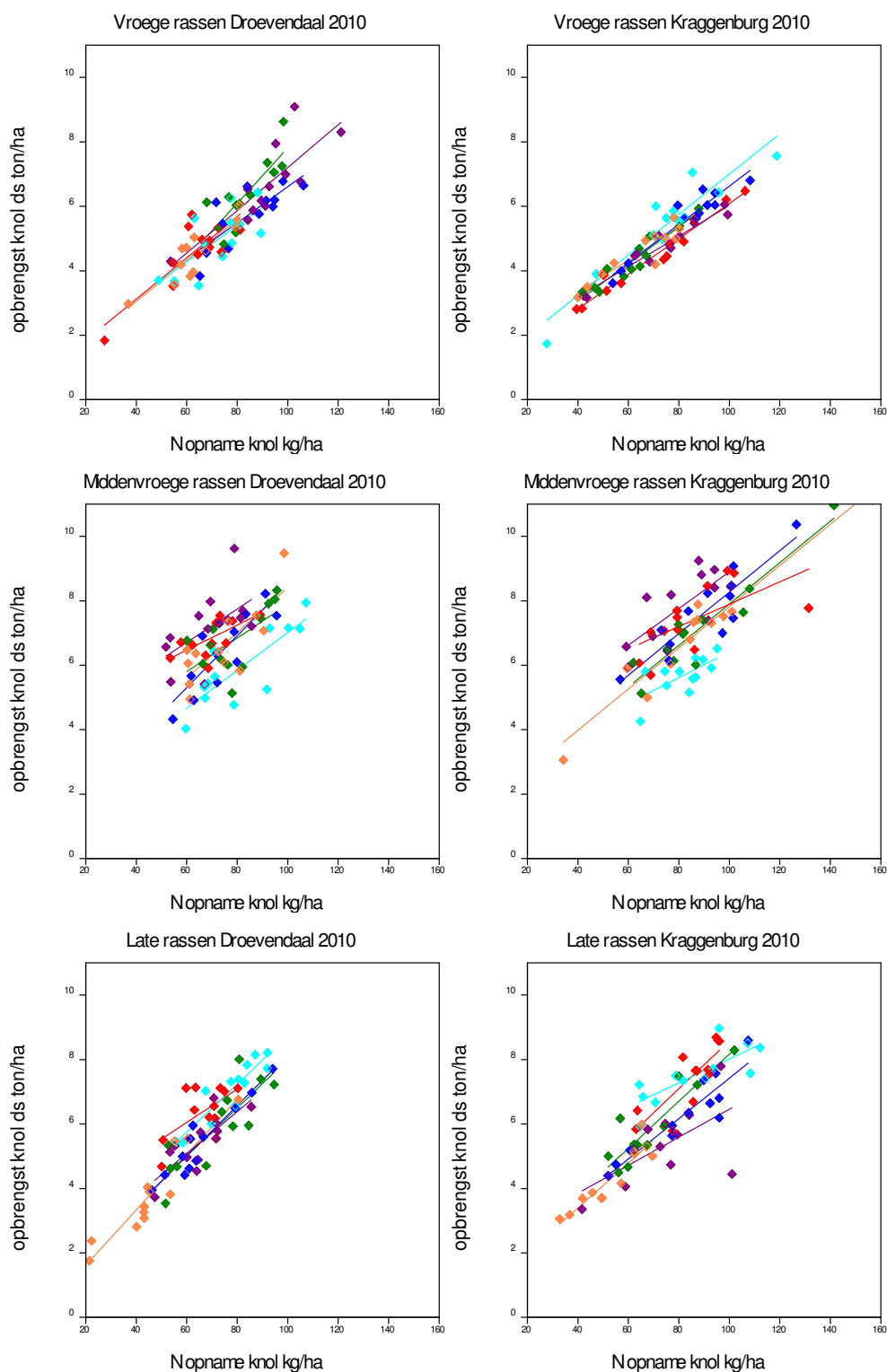
De sterretjes geven een significant verschil aan ten opzichte van de vroege rassen. * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$)

Figuur 11 en Tabel 29 laten zien dat het opbrengstniveau van de middenvroeg en de late rassen per hoeveelheid stikstof in de knol hoger ligt dan van de vroege rassen. Dit wil dus zeggen dat de NUE_{knol} van de vroege rassen lager ligt dan van de latere rassen. Interessant is dan om te kijken of er binnen een vroegheidsklasse nog rasverschillen bestaan. Figuur 12 laat zien dat dit in 2010 zeker het geval was.

Het eerste dat opvalt in Figuur 12 is dat de rasverschillen bij de middenvroeg rassen het grootst waren. Bij de vroege rassen zijn er nauwelijks rasverschillen meer in de relatie tussen stikstofopname in de knol en droge-stofopbrengst. Bij de vroege rassen is verder te zien dat op Kraggenburg alle rassen ongeveer dezelfde stikstof-opnametraject vertoonden, maar dat op Droevendaal hier wel verschillen in zaten. De rassen Agata, Campina en Vitabella hadden een veel lager opnametraject dan de rassen Biogold en Marabel. Het ras Campina (licht blauw) produceerde op de locatie Kraggenburg meer drogestof per opgenomen hoeveelheid stikstof in de knol (NUE_{knol}) dan de andere rassen, maar op Droevendaal was dit niet het geval (Tabel 30).

Bij de middenvroeg rassen waren de verschillen tussen de locaties niet in het oog lopend. Het ras Connect had de hoogste droge-stofproductie per opgenomen hoeveelheid stikstof en Toluca de minste.

Bij de late rassen was er een duidelijk stikstofopname verschil tussen de rassen, welke op beide locaties werd waargenomen. Het ras Voyager had de laagste opnametraject. Voor de rassen Terragold en Agria lag dit traject veel hoger. Deze twee rassen hadden daarbij ook nog een hoge NUE_{knol} .



Figuur 12: Ras effect op de relatie tussen stikstof in de knol (kg/ha) en de drogestof opbrengst in de knol (ton/ha) in 2010 op de locaties Droeendaal en Kraggenburg voor de vroege, middenvroege en late rassen. De getrokken lijnen zijn gefit op basis van een lineaire regressie met ras als groep.
Vroege rassen: Agata (rood), Biogold (groen), Bionica (blauw), Campina (licht blauw), Marabel (aubergine), Vitabella (oranje).
Middenvroege rassen: Fontane (rood), Muscia (groen), Santé (blauw), Toluca (licht blauw), Connect (aubergine), YP03-3 (oranje).
Late rassen: Agria (rood), Mozart (groen), Spirit (blauw), Terragold (licht blauw), Valor (aubergine), Voyager (oranje).
De bijbehorende coëfficiënten staan in Tabel 30.

Tabel 30: Coëfficiënten voor de lineaire regressie ($Y=a+bx$) van stikstof opname in de knol (kg/ha) en de drogestof productie in de knol (ton/ha) voor alle rassen in 2010 op de locaties Droevendaal en Kraggenburg.

Vroegheidklasse	Ras	Droevendaal		Kraggenburg	
		a	b	a	b
Vroeg	Agata ¹	0,554	0,06406	0,530	0,05602
	Biogold	1,040	0,06406	0,860*	0,05602
	Bionica	0,328	0,06406	0,964**	0,05602
	Campina	0,341	0,06406	1,235***	0,05602
	Marabel	0,331	0,06406	0,663	0,05602
	Vitabella	0,475	0,06406	0,936**	0,05602
Middenvroeg	Fontane ²	2,633	0,06032	2,431	0,05804
	Musica	2,023*	0,06032	2,020	0,05804
	Santé	1,969**	0,06032	2,406	0,05804
	Toluca	1,010***	0,06032	0,940***	0,05804
	Connect	3,005	0,06032	3,049**	0,05804
	YP03-3	2,120	0,06032	1,929*	0,05804
Laat	Agria ³	1,394	0,07501	2,660	0,05646
	Mozart	0,499***	0,07501	2,000*	0,05646
	Spirit	0,525***	0,07501	1,665***	0,05646
	Terragold	1,234	0,07501	2,645	0,05646
	Valor	0,528***	0,07501	1,176***	0,05646
	Voyager	0,399***	0,07501	1,316***	0,05646

¹ Referentieras vroeg, ² referentieras middenvroeg, ³ referentieras laat. De sterretjes geven een significant verschil aan met het referentieras in de vroegheidklasse. * P<0,05, ** P<0,01, *** P<0,001

Referenties

Miljard, P., 1986. **Growth, nitrogen uptake and partitioning within the potato (*Solanum tuberosum* L.) crop, in relation to nitrogen application.** Journal Agricultural Science 107, 421-429.

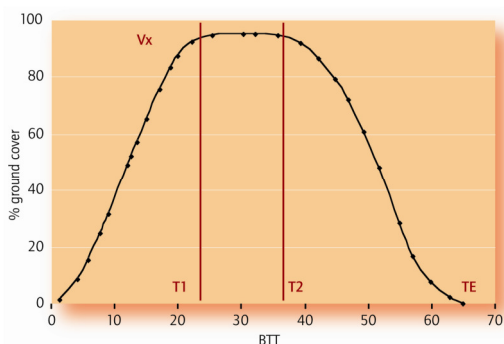
Vos, J. 1997. **The nitrogen response of potato (*Solanum tuberosum* L.) in the field: nitrogen uptake and yield, harvest index and nitrogen concentration.** Potato Research 40, 237-248.

Vos, J. 2009. **Nitrogen responses and nitrogen management in potato.** Potato Research 52, 305-317

5 Bodembedekking

In het vorige hoofdstuk hebben we aangetoond dat er genetische variatie bestaat voor stikstof-opname, de Harvest Index, en NUE_{knol} bij een lage stikstofgift. Nu is de vraag of er (selecteerbare) gewaseigenschappen te vinden zijn die een correlatie hebben met deze processen of met de droge stofproductie van de knol.

Er bestaat een lineaire relatie tussen de hoeveelheid onderschepte straling op zowel de totale droge-stofopbrengst als de droge-stofopbrengst in de knol. Dit suggereert dat, in afwezigheid van ziekte en droogte, een hoge mate van lichtonderschepping gedurende de levenscyclus van het gewas van belang is voor een goede opbrengst (Allen en Scott, 1980). Aangezien de mate van bodembedekking van het gewas ondermeer de hoeveelheid onderschept licht bepaalt, hebben we gemeend om de droge stofproductie gerelateerde gewaseigenschappen te zoeken in de parameters van de bodembedekkingcurve (BBC) (Bijlage 1; Figuur 13 en Khan, 2012). De ontwikkeling van het gewas van opkomst tot afsterven kan worden weergegeven met de bodembedekkingcurve, door regelmatig de bodembedekking te meten (of te schatten) en dit percentage uit te zetten tegen de tijd.

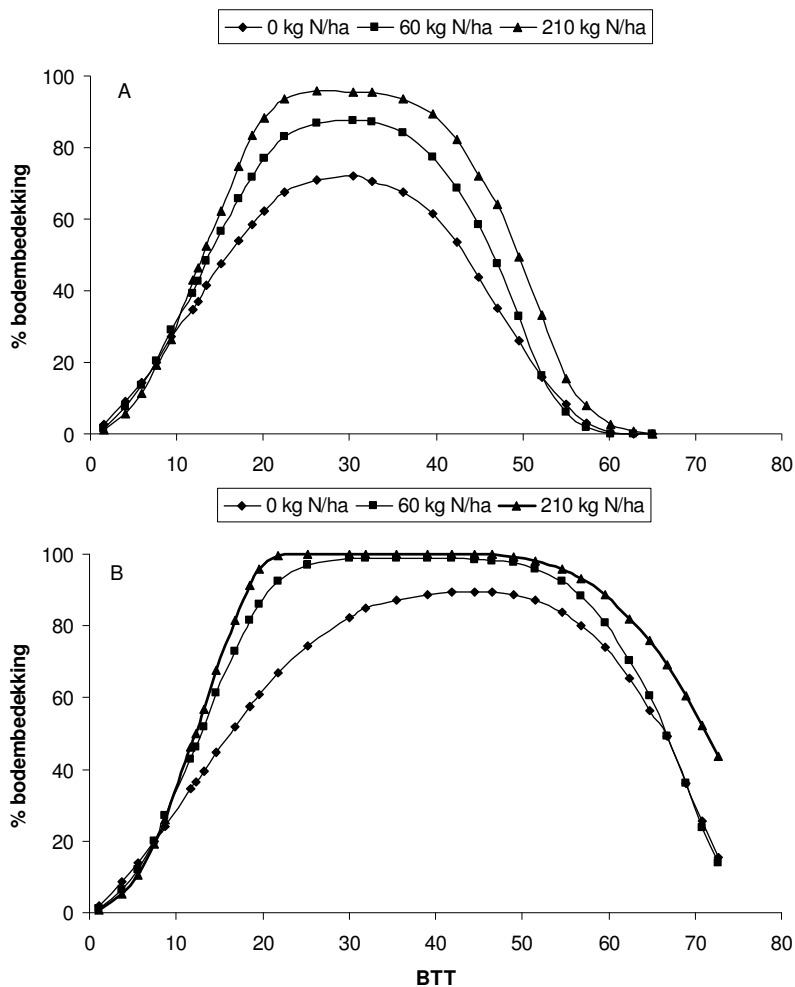


Figuur 13: Schematische weergave van de bodembedekkingcurve (BBC) met de parameters **T1** (tijd tot de maximale bodembedekking bereikt wordt), **T2** (tijd tot de bodembedekking weer afneemt door afsterven loof), **TE** (tijd tot het loof compleet is afgestorven) en **Vx** (de maximale bodembedekking).

We hebben eerst gekeken naar het effect van stikstofgift en de vroegheid van het ras op de parameters van de curve. Daarna is door middel van regressieanalyse (lineaire regressie) en virtuele indirecte selectie onderzocht welke curve-fit-parameters gebruikt zouden kunnen worden voor selectie op stikstofefficiënte rassen.

5.1 Effect van stikstof en vroegheid op de curve-fit-parameters

Vanuit gewasfysiologisch oogpunt is het interessant om te weten welke parameters gevoelig zijn voor de hoogte van de stikstofgift. Door kwekersogen gezien is het belangrijk of er genetische variatie bestaat voor deze curve-parameters en of deze consistent is over de stikstofgiften of dat er interactie kan optreden tussen deze twee. In Figuur 14 zijn de bodembedekkingcurven weergegeven van de vroege rassen (2A) en de late rassen (2B) bij de drie stikstofgiften op de locatie Grebbedijk in 2009.



Figuur 14: Bodembedekkingcurven van vroege (A) en late rassen (B) bij drie stikstofgiften op de locatie Grebbedijk in 2009.

In Figuur 14 is te zien dat de vroege en de late rassen verschillend reageerden op de stikstofgiften. Bij de vroege rassen had stikstof vooral effect op de hoogte van de maximale bodembedekking (V_x). Deze was hoger bij een hogere stikstofgift. Dit effect was bij de late rassen wat kleiner, ook de middelmatige gift van 60 kg/ha gaf een maximale bodembedekking van bijna 100%. De periode van maximale bodembedekking (T_2-T_1) was bij de late rassen langer dan bij de vroege rassen, welke gerelateerd was aan een hogere T_2 .

Een hogere stikstofgift leidde meestal tot een lagere T_1 en een hogere T_2 . Aan de ene kant werd de loofontwikkeling door een hogere stikstof gift gestimuleerd. De maximale bodembedekking werd eerder bereikt en lag hoger. Aan de andere kant werd de periode van maximale bodembedekking door een hogere stikstofgift enigszins verlengd. In onze proeven echter waren er ook jaren waarin de stikstofgift geen invloed had op T_2 , omdat het gewas werd gebrand voordat T_2 bereikt werd (geforceerde T_2).

In Figuur 15 is het effect van stikstof te zien op de beginontwikkeling van het gewas.



Figuur 15: Grebbedijk 4 juni 2009. Van links naar rechts: gewasontwikkeling bij een gift van 0, 60 en 210 kg/ha stikstof

Om een idee te geven van de orde van grootte van de curve-fit-parameters zijn in Tabel 31 de gemiddelden en de spreiding van de parameters weergegeven per jaar en locatie. De gemiddelden zijn berekend over de rassen en stikstoftrappen heen. Een droge voorzomer in 2010, gevolgd door regen in juli gaf in dat jaar zeer afwijkende curven, waardoor de individuele parameters niet goed waren te bepalen. De OOBBC (oppervlakte onder de bodembedekkingcurve) hebben we handmatig uitgerekend. In Bijlage 6 zijn de resultaten weergegeven per ras per jaar en locatie uitgesplitst naar stikstofgift.

Tabel 31: Gemiddelde en spreiding van de bodembedekkingcurve-parameters voor 4 jaar en 3 onderzoeklocaties.

onderzoeklocatie		2008		2009		2010		2011	
		gemid-deld	spreiding	gemid-deld	spreiding	gemid-deld	spreiding	gemid-deld	spreiding
Droevendaal zand, biologisch	T1 (dagen)	18,3	(17,3-20,9)	22,0	(20,4-25,0)			22,8	(18,6-26,9)
	T2 (dagen)	36,2	(29,0-42,1)	31,0	(25,5-38,4)			30,0	(25,5-33,0)
	TE (dagen)	48,0	(46,1-51,2)	42,2	(36,1-47,0)			39,5	(34,8-46,6)
	Vx (%)	99,0	(97,8-100)	88,1	(83,6-93,3)			80,0	(74,7-88,7)
	OOBBC*								
	(%.dagen)	3383	(3028-3607)	2397	(2019-3132)	1900	(1442-2504)	2094	(1684-2784)
	T2-T1 (dagen)	18,0	(10,8-23,0)	9,1	(4,0-14,5)			7,2	(3,2-10,3)
	TE-T2 (dagen)	12,1	(5,3-16,9)	11,8	(9,3-18,2)			9,5	(6,9-13,6)
Grebbedijk 2008, 2009 klei, gangbaar Kraggenburg 2010, 2011 klei, biologisch	T1 (dagen)	19,2	(17,7-20,4)	26,9	(24,1-31,3)			16,9	(13,4-21,3)
	T2 (dagen)	40,8	(29,3-51,0)	42,4	(34,2-51,9)			28,5	(27,1-29,3)
	TE (dagen)	59,9	(45,9-71,3)	65,6	(51,6-77,3)			**	**
	Vx (%)	97,7	(95,3-98,9)	90,5	(82,8-98,6)			97,4	(92,7-99,7)
	OOBBC*								
	(%.dagen)	4228	(2899-5339)	4133	(3177-5387)	1943	(1374-2681)	1995	(1720-2173)
	T2-T1 (dagen)	21,7	(10,2-30,7)	15,4	(9,0-26,6)			11,6	(8,0-15,6)
	TE-T2 (dagen)	18,6	(16,0-20,1)	23,2	(17,1-28,4)			**	**

* OOBBC = Oppervlakte Onder Bodem Bedekking Curve, ** Het gewas werd gebrand op T=29.33, om verspreiding van *P. infestans* te voorkomen.

Tabel 32 geeft een overzicht van de significantie van de effecten van stikstof, de vroegheid, het ras en hun interacties op de bodembedekkingcurve paramaters.

Tabel 32: Significanties voor het effect van stikstof (N), vroegheid (V) en Ras (V×R)¹, de interactie tussen vroegheid en stikstof (V×N), de interactie tussen ras en stikstof (V×R×N) op de bodembedekkingcurve parameters, T1, T2, T2-T1, Vx. TE en OOBBC voor de jaren 2008 t/m 2011 en de locaties Droevendaal (D), Grebbeijk (G) en Kraggenburg (K).

	2008		2009		2010		2011	
Effect	D	G	D	G	D	K ²	D	K
T1								
N	*	***	**	***	ns	ns	*	ns
V	***	ns	*	***	***		***	***
V×R ¹	***	***	***	***	***		***	***
V×N	ns	ns	*	***	***		ns	ns
V×R×N	ns	**	ns	ns	***		ns	ns
T2								
N	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
V	***	***	***	***	***		***	ns
V×R	**	**	***	ns	***		***	*
V×N	ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns
V×R×N	***	ns	ns	ns	ns		ns	***
T2-T1								
N	***	***	ns	***	ns	ns	ns	ns
V	***	***	***	***	***		ns	***
V×R	**	**	ns	***	***		ns	***
V×N	ns	ns	***	***	ns		ns	ns
V×R×N	ns	ns	ns	ns	*		ns	ns
Vx								
N	*	***	***	***	*	*	**	ns
V	***	ns	ns	***	*		***	***
V×R	***	**	***	**	***		***	ns
V×N	*	ns	ns	***	ns		ns	**
V×R×N	***	ns	***	*	ns		ns	ns
TE								
N	ns	**	ns	*	ns	*	**	-
V	***	***	***	***	***		***	-
V×R	***	*	***	***	***		***	-
V×N	ns	***	*	ns	ns		**	-
V×R×N	***	**	ns	ns	***		***	-
OOBBC								
N	ns	***	*	***	ns	***	***	ns
V	***	***	***	***	***	***	***	**
V×R	***	**	***	**	***	***	***	***
V×N	**	**	ns	ns	ns	ns	**	*
V×R×N	*	*	*	ns	ns	ns	***	*

¹ Bij de ANOVA was ras genest in vroegheid. Voor uitleg zie paragraaf 2.9

² In 2010 waren op Kraggenburg alleen de parameters voor de vroege rassen goed te bepalen m.u.v. de OOBBC (zie tekst)

Statistische significantie: ns niet significant, * P < 0,05, ** P < 0,01, *** P<0,001

Uit Tabel 32 blijkt dat het stikstofeffect niet op alle jaar \times locatie combinaties significant was. In 2010 kwam dit doordat de stikstofgift van 210 kg/ha niet in de proeven was opgenomen. De verschillen tussen een gift van 0 en 60 kg/ha stikstof waren niet groot genoeg om significant te zijn. Een andere oorzaak was de optredende interactie tussen ras en stikstof of tussen vroegheid en stikstof. Er was dan wel een stikstof effect, maar dit was niet hetzelfde voor alle rassen. Voor alle curve-fit-parameters werd genetische variatie gevonden. Deze werd grotendeels bepaald door de vroegheid van het ras, maar ook los daarvan werden nog steeds rasverschillen gevonden.

5.2 Verband tussen curve-fit-parameters en de droge-stofopbrengst in de knol

Of en welke van de BBC-parameters in aanmerking zouden kunnen komen als selectiecriteria voor stikstofefficiëntie (goede opbrengst bij een laag stikstofniveau) hangt af van de correlatie tussen deze parameters en de opbrengst.

Tabel 33: R^2 waarden van de lineaire regressie van de BBC-paramters en droge-stofopbrengst in de knol, met en zonder ras als groep per jaar en locatie. (In Bijlage 7 een uitgebreidere tabel, ook uitgesplitst naar vroegheid)

Droevendaal	R^2 lineaire regressie				R^2 lineaire regressie met ras als groep			
	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010 ¹	2011
T1	ns	ns	ns	ns	0,31***	0,27***	0,40***	0,13***
T2	0,23***	0,21***	0,14***	0,07***	0,30***	0,21***	0,42***	0,11**
TE	ns	ns	ns	0,40***	0,33***	0,26**	0,38***	0,49***
Vx	0,08*** ⁸	0,26***	0,05***	0,54***	0,32***	0,59**	0,42***	0,63***
OOBBC	0,3***	0,26***	0,10***	0,67***	0,36***	0,48***	0,46***	0,76***
T2-T1	0,24***	0,25***	0,09***	0,08***	0,30***	0,26***	0,39***	0,15***
TE-T2	0,15***	0,06*	0,12***	0,12***	0,32***	0,27**	0,41***	0,21***
Grebbeijk / Kraggenburg								
T1	ns	ns	ns	0,06***	0,47***	0,69***	0,13*	0,54***
T2	ns	ns	ns	0,02*	0,49***	0,59**	0,16*	0,56***
TE	ns	0,45***	ns	0,02*	0,40***	0,61**	0,11*	0,53***
Vx	ns	0,15*	0,35***	0,02*	0,46***	0,62**	0,57***	0,60***
OOBBC	ns	0,51***	0,45***	0,13***	0,50**	0,77***	0,62***	0,60***
T2-T1	ns	0,23*	0,07*	0,09***	0,49***	0,74***	0,14*	0,56***
TE-T2	ns	ns	0,06*	ns	0,48***	0,51*	0,13*	0,56***

¹ Alleen de vroege rassen. Droogte in 2010 veroorzaakte zeer afwijkende curven, bij de middenvroeg en late rassen. waardoor de parameters niet goed vast te stellen waren.
Statistische significantie: ***= $P < 0.001$, **= $P < 0.01$, *= $P < 0.05$

Tabel 33 laat zien dat de regressiecoëfficiënten van de lineaire regressie laag waren, maar dat de correlatie toe nam als het ras als groep in de regressie werd meegenomen (zie verder paragraaf 5.4). De correlatie van de curve-fit-parameters en de droge-stofproductie in de knol varieerde ook sterk tussen de jaren. De maximale bodembedekking (Vx) en de OOBBC bleken het meest stabiel te zijn over de jaren en locaties en hadden gemiddeld ook de beste correlatie met droge-stofopbrengst in de knol. De vraag is of deze correlaties hoog genoeg zijn om de curve-fit-parameters in te kunnen

zetten bij de selectie voor stikstofefficiënte aardappelrassen. Hiervoor hebben we voor iedere jaar × locatie combinatie de 33% best presterende rassen geïdentificeerd voor alle BBC-parameters en voor de droge-stofproductie in de knol. Vervolgens hebben we geanalyseerd hoe vaak er een positieve overeenkomst was tussen de beste rassen op grond van de BBC-parameters met de hoogst opbrengende rassen. De resultaten van deze berekening staan weergegeven in Tabel 34 d.m.v. een gemiddeld percentage voor de jaar × locatie combinaties, uitgesplitst naar stikstofgift.

Tabel 34: Het gemiddelde percentage overeenkomst van de 33% best presterende rassen op grond van de curve-fit-parameters met de hoogst opbrengende rassen (droge stof in de knol kg/ha), bij drie stikstofgiften 0, 60 en 210 kg/ha. Tussen haakjes de minimum en maximum van de jaar × locatie combinaties

curve-fit-parameter	0 N kg/ha	60 N kg/ha	210 N kg/ha
OBBBC (hoogste)	71 (33 – 100)	65 (50 – 100)	53 (0 – 100)
Vx (hoogste)	72 (50 – 100)	60 (33 – 100)	67 (33 – 100)
T2-T1 (langste)	69 (50 – 100)	62 (33 – 100)	42 (0 – 67)
T1 (kleinste)	24 (0 – 50)	24 (0 – 50)	36 (0 – 76)
T2 (grootste)	55 (33 – 100)	48 (17 – 100)	43 (0 – 83)
TE (grootste)	53 (33 – 100)	67 (33 – 100)	37 (0 – 50)
TE-T2 (langste)	33 (0 – 100)	37 (0 – 50)	17 (0 – 50)

In Tabel 34 is te zien dat de parameters OBBBC, Vx en T2-T1 het hoogste percentage overeenkomst gaven met de hoogst producerende rassen (droge stof in de knol kg/ha). Deze drie curve-fit-parameters bieden daarom het meeste perspectief om als selectiecriteria gebruikt te worden. Ongeveer 70% van de rassen die door middel van deze drie curve-fit-parameters geselecteerd zouden zijn, behoorden tot de hoogst opbrengende rassen. Wat ook in deze tabel te zien is dat het percentage overeenkomst afneemt bij een hogere stikstofgift. Dit komt omdat een hogere stikstofgift de expressie van de rasverschillen onderdrukt. De rassen zijn dan minder goed van elkaar te onderscheiden. Bij een hoge stikstofbeschikbaarheid bereiken alle rassen een maximale bodembedekking van ongeveer 100%. Er valt dan weinig te selecteren.

5.3 Stikstofefficiënte rassen

In dit rapport hanteren we de volgende definitie voor een stikstofefficiënt ras: een ras dat bij een lage stikstofgift een goede opbrengst geeft. Per jaar en locatie is geanalyseerd welke rassen tot de 33% hoogst opbrengende rassen behoorden bij 0 en 60 kg/ha. Dit verschilde uiteraard van jaar tot jaar en per locatie. Daarom hebben we binnen de groep van rassen die wel eens tot de beste 33% behoorden, die rassen geïdentificeerd die voor meer dan de helft van de jaar × locatie combinaties tot de 33% behoorden. De resultaten hiervan zijn te zien in Tabel 35.

Tabel 35: Het aantal keer dat een ras tot de 33% hoogst opbrengende rassen (droge stof in de knol kg/ha) behoorde bij 0 en, 60 kg/ha stikstof en het percentage keer dat dit ras tot de 33% beste hoorde bij 0 en 60 kg/ha samen.

ras	aantal keer bij 0 N kg/ha	aantal keer bij 60 N kg/ha	Aantal keer bij 0 en 60 kg/ha samen	Aantal keer meegedaan in de proeven	Percentage bij 0 en 60 kg/ha N
Fontane	8	6	14	16	88
Terragold	4	8	12	16	75
Connect	2	4	6	8	75
Musica	4	2	6	8	75
Santé	4	3	7	12	58
YP03-3	1	3	4	8	50
Agria	4	3	7	16	44
Voyager	2	1	3	8	38
Toluca	2	0	2	8	25
Campina	2	0	2	8	25
Marabel	0	2	2	8	25
Spirit	0	2	2	12	17
Biogold	1	0	1	16	6
Agata	0	0	0	16	0
Bionica	0	0	0	16	0

Een zelfde soort berekening hebben we ook gemaakt voor de curve-fit-parameters OOBBC, Vx en T2-T1.

Tabel 36 geeft een overzicht van de rassen die op deze manier geïdentificeerd zijn.

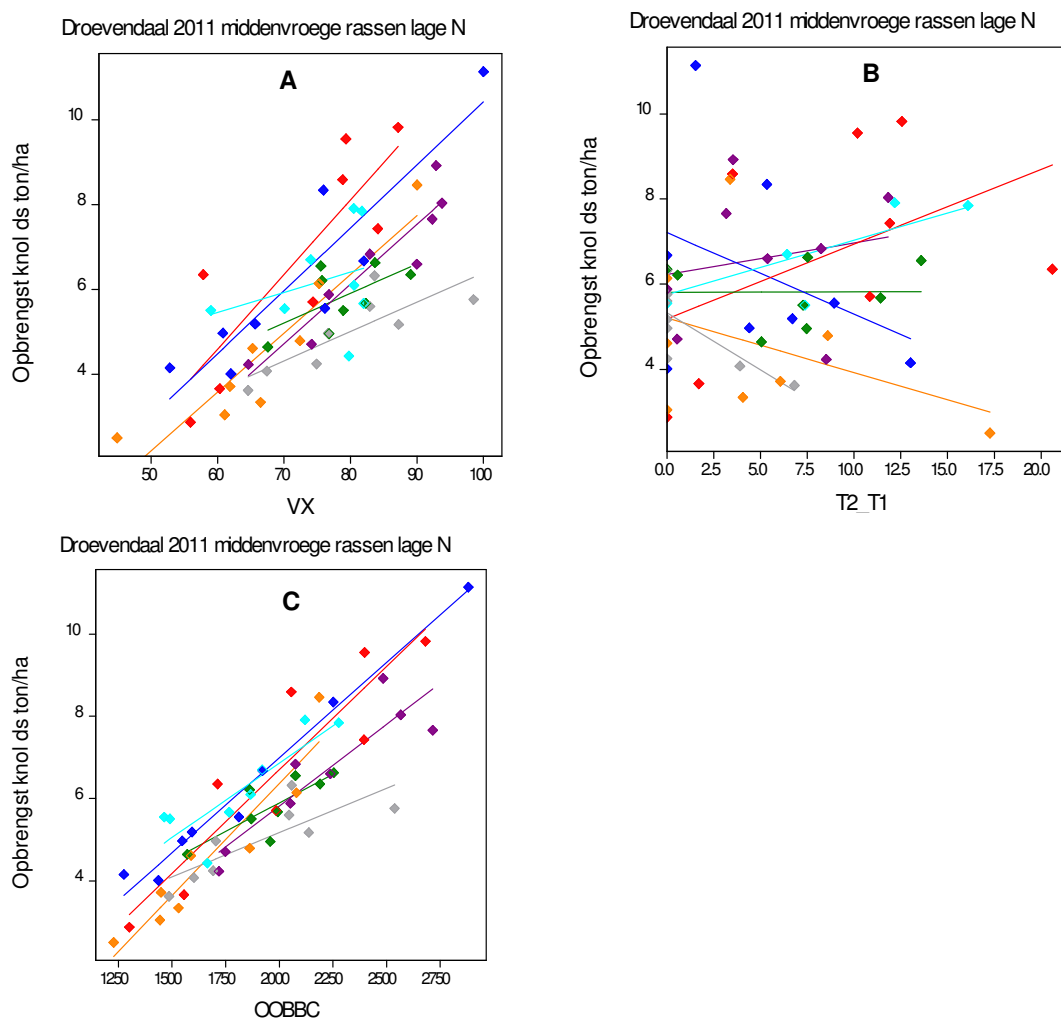
Tabel 36: De rassen die in meer dan de helft van de jaar \times locatie combinaties tot de 33% beste rassen hoorden voor de curve-fit-parameters OOBBC, Vx en T2-T1 en droge-stofproductie in de knol (kg/ha).

OOBBC	Vx	T2-T1	Droge-stofproductie
Connect	Connect	Agria	Connect
Musica	Musica	Campina	Muscia
Fontane	YP03-3	Fontane	Fontane
	Spirit	Mozart	Terragold
	Sarpo Mira		Santé

Tabel 36 laat zien dat de rassen die over de jaren en locaties heen het vaakste de hoogste OOBBC hadden, allen ook tot de meest stikstofefficiënte rassen gerekend mochten worden. Het bleek dat de rassen met de hoogste Vx andere rassen waren dan met de langste T2-T1. Dat betekent Vx en T2-T1 aanvullende parameters zijn. Dit komt echter niet overeen met de bevindingen van Khan (2012). Hij vond een sterke en positieve correlatie tussen T2-T1 en Vx. Hij suggereert dan ook dat genotypen met een lange T2-T1 gevonden kunnen worden door te selecteren op genotypen met een hoge Vx.

5.4 Effect van het ras

Uit Tabel 36 blijkt dat er aan de ene kant rassen ‘gemist’ werden bij selectie d.m.v. V_x , of T_2-T_1 , zoals Terragold en Santé. Aan de andere kant bleek dat niet alle rassen die de hoogste V_x hadden of de langste T_2-T_1 ook de meest stikstofefficiënte rassen waren. Het was dus niet altijd zo dat een hoge V_x , bij een laag stikstofniveau (0 of 60 kg/ha gift) ook een hoge droge-stofopbrengst gaf. Dit komt ondermeer doordat de relatie tussen V_x of T_2-T_1 en droge-stofopbrengst ook afhing van het ras, (Tabel 32). In Figuur 16A, B en C is dit duidelijk te zien.



Figuur 16: De regressie tussen droge-stofopbrengst in de knol (ton/ha) en V_x (figuur A), T_2-T_1 (figuur B) en OOBBC (figuur C) voor de middenvroege rassen op Droevendaal in 2011. Fontane (rood), Muscia (groen), Santé (blauw), Sarpo Mira (grijs), Toluca (licht blauw), Connect (aubergine), YP03-3 (oranje).

In Figuur 16A is te zien dat de meeste rassen een vrij goede correlatie vertoonden tussen V_x en droge-stofopbrengst. De rassen als Santé (blauw) en Fontane (rood) produceerden bij een zelfde V_x meer droge stof dan bijvoorbeeld Sarpo Mira (grijs). In 2011 was de correlatie tussen T_2-T_1 en droge-stofopbrengst erg laag (Figuur 16B). De correlatie was voor de rassen zeer verschillende, niet alleen in niveau maar zelfs in richting. De OOBBC gaf de meest robuuste correlatie met droge-stofopbrengst (Figuur 16C). In dit voorbeeld waren de rasverschillen in de correlatie niet heel groot en waren de rassen met gemiddeld de hoogste OOBBC ook de meest opbrengende rassen. In andere jaar \times locatie combinaties was dit niet altijd zo.

In het volgende hoofdstuk wordt bediscussieerd of en hoe de curve-fit parameters toegepast kunnen worden in een veredelingsprogramma dat gericht is op het ontwikkelen van rassen die in een kort groeiseizoen (90 – 95 dagen) en bij een laag stikstofniveau (100 tot 150 kg beschikbare stikstof per hectare) een rendabele opbrengst geven.

Referenties

Allen, E.J. en R.K. Scott, 1980. **An analysis of growth of the potato crop.** Journal of Agricultural Science, 94, 583-606.

Khan, M.S. 2012. **Assessing genetic variation in growth and development of potato.** Phd Thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.

6 Selectiestrategie

Een selectiestrategie om te komen tot een stikstofefficiënt biologisch aardappelras kan niet los gezien worden andere eigenschappen die voor een biologisch aardappelras essentieel zijn. Een stikstofefficiënt aardappelras is een ras dat bij een relatieve lage stikstofbeschikbaarheid (100-150 kg/ha gedurende het seizoen) een voor de biologische teelt rendabele opbrengst kan leveren.

6.1 Kaders

Zoals in het rapport al een paar keer naar voren is gekomen is het biologische aardappelteeltseizoen korter dan een gangbaar aardappelteeltseizoen. In een koud of heel droog voorjaar kan de stikstofbeschikbaarheid door gebrek aan mineralisatie aan de lage kant zijn, waardoor het gewas traag op gang komt. Om dit deels te ondervangen dienen biologische telers vaak een voorjaarsbemesting toe met snelwerkende stikstof en gebruiken ze voorgekiemd pootgoed. De meest bepalende factor voor de lengte van het groeiseizoen is echter de infectie met *Phytophthora infestans*. Als het gewas eenmaal met deze ziekteverwekker is besmet, dan moet het in de biologische aardappelteelt meestal snel gebrand worden, om besmetting naar buurpercelen en knolinfectie te voorkomen. Momenteel komen steeds meer phytophthora-resistente rassen op de markt. Maar de filosofie is dat ook deze rassen bij gebruik in de biologische landbouw niet te lang onder phytophthora-druk onbeschermd op het veld moeten staan, om het doorbreken van de resistentie zo lang mogelijk te voorkomen. Daarom is het van belang om in de biologische teelt rassen te gebruiken die in 90 – 95 dagen na planten een opbrengst kunnen geven van minimaal 30 ton/ha met een voldoende onderwatergewicht.

Een ander aspect waarin de biologische aardappelteelt sterk afwijkt van de gangbare aardappelteelt is de onkruidbeheersing. Dit gebeurt mechanisch en kan zolang het gewas nog niet gesloten is. Echter het is arbeidsintensief en het gewas kan beschadigd raken. De (biologische) aardappelteelt is gebaat bij een snel en volledig sluitend gewas, ook onder een gematigd bemestingsniveau. Bij een gesloten gewas krijgt het onkruid minder kans om te kiemen en tot zaadvorming te komen.

6.2 Selectiemilieu

Uit het onderzoek is duidelijk geworden dat er voor verschillende eigenschappen, onder andere voor opbrengst, interactie bestaat tussen ras en stikstofgift. Dit betekent dat er bij een hoge stikstofgift, en een groeiseizoen van 90 – 95 dagen, andere rassen geselecteerd zouden worden dan bij een gematigde stikstofgift. De selectie voor stikstofefficiënte rassen dient dan ook onder gematigde stikstof beschikbaarheid (100 tot 150 kg/ha in 90 – 95 dagen) plaats te vinden. Bij een laag stikstofniveau zijn de verschillen tussen de rassen voor bijvoorbeeld de maximale bodembedekking groter dan bij een hoog stikstofniveau (Figuur 17), en de correlatie met opbrengst is hoger. Dit maakt het selecteren makkelijker en effectiever.

De lengte van het groeiseizoen heeft ook invloed op de resultaten. Daarom is het van belang dat voor de eindbeoordeling de loofdoding ongeveer 90 – 95 dagen na planten plaats vindt.



Figuur 17: Bodembedekking (21 juni 2012 op Droevendaal) bij de rassen van boven naar beneden Agata (vroeg), Connect (middenvroeg) en Agria (laat), bij een stikstofgift van 0, 60 en 210 kg/ha (van links naar rechts).

6.3 Selectiecriteria

6.3.1 Parameters bodembedekkingcurve

Dit onderzoek was gericht op de vraag of de parameters van de bodembedekkingcurve bruikbaar kunnen zijn in het selectieproces voor stikstofefficiënte rassen. De parameters maximale bodembedekking (V_x), de periode van maximale bodembedekking (T_2-T_1) en de oppervlakte onder de bodembedekkingcurve (OOBBC) bleken de beste correlatie te hebben met opbrengst bij een lage stikstofgift (0 of 60 kg/ha). De correlatie van T_2-T_1 met opbrengst was erg variabel tussen de jaar \times locatie combinaties. De correlatie van V_x en OOBBC met opbrengst was robuuster over de jaren en locaties heen. V_x en T_2-T_1 bleken aanvullende variabelen. Er werden verschillende rassen 'geselecteerd' op grond van deze criteria. Bij een virtuele selectie over alle jaar \times locatie combinaties door middel van de V_x , T_2-T_1 of OOBBC zouden 70% van de hoogst opbrengende gewassen geselecteerd zijn.

Voor het bepalen van de bodembedekkingparameters is een gewassituatie nodig. Ze zijn niet vast te stellen aan individuele planten (zaailingen). Een veldje van 4 tot 6 planten verdeeld over 2 ruggen is voldoende.

De V_x is in het veld makkelijk te meten (met een rek) of te schatten op het moment dat de bodembedekking niet meer verandert en een periode stabiel is. Er is in ieder geval duidelijk onderscheid te maken tussen genotypen. Selectie op een zo hoog mogelijk V_x levert niet altijd de hoogst opbrengende rassen, maar een hoge V_x levert ook een positieve bijdrage aan onkruidonderdrukking.

Voor de T_2-T_1 moeten zowel het moment van het bereiken van maximale bodembedekking (T_1) bepaald worden als het moment van begin van afsterven (T_2). Dit vergt meer waarnemingen in het veld rondom de periode van 'sluiten' van het gewas (niet alle genotypen zullen een gesloten gewas vormen bij een laag stikstofniveau) en bij het begin van het afsterven van het gewas. Deze laatste waarnemingen kunnen in de praktijk waarschijnlijk gecombineerd worden met het beoordelen van een vroegheidcijfer voor het loof. De parameter T_2-T_1 heeft ten opzichte van V_x een toegevoegde waarde, omdat hiermee andere rassen worden geselecteerd. Voor een biologisch ras moet de T_2 niet te lang uitgesteld worden, omdat het ras tijd nodig heeft om, in ieder geval, deels af te rijpen, voor het eind van de groeiperiode van 90 – 95 dagen. Dit is van belang voor een voldoende hoog onderwatergewicht (minimaal 340).

De OOBBC is de meest accurate parameter, maar ook de meest bewerkelijke. Voor het gebruik van deze parameter zijn berekeningen met de computer nodig. Maar met behulp van T_1 , T_2 , V_x en TE is de OOBBC vrij makkelijk te berekenen (Bijlage 1). Een hoge OOBBC, bij lage of gematigde stikstofbeschikbaarheid, correleert vrij goed met een hoge opbrengst.

Uit onderzoek van Khan (2012) is gebleken dat de curve-fit-parameters V_x , T_2-T_1 en OOBBC een hoge overerfbaarheid hebben.

6.3.2 Andere eigenschappen

In dit onderzoek is gebleken dat ook een hoog aantal knollen per plant positief gecorreleerd was met een hoge opbrengst. Op deze manier werden vroege en middenvroege rassen geselecteerd. 'Selectie' op het aantal knollen in de maat groter dan 55, leidde tot de selectie van late rassen.

De vroegheid van een ras had vrijwel altijd een effect op de eigenschappen die we bekeken hebben. Zowel op de eigenschappen van het proces van stikstofopname tot droge stofproductie als in de morfologische gewas- of plantkenmerken. De middenvroege rassen bleken bij een stikstofbeschikbaarheid van 100-150 kg/ha in een groeiseizoen van 90 – 95 dagen het meest stikstofefficiënt te zijn. Door in een verdelingsprogramma te selecteren op middenvroege rassen (cijfer voor afrijping 6-7) wordt al een grote slag geslagen op weg naar stikstofefficiënte rassen.

6.4 Aanbevolen selectiestrategie

Zoals hierboven al is aangegeven is stikstofefficiëntie niet los te zien van het groter geheel van eisen die aan een biologisch aardappelras worden gesteld. Daarom worden deze in de onderstaande aanbevolen selectiestrategie ook meegenomen. De selectiestrategie is toepasbaar vanaf het derde selectiejaar.

- Gebruik een selectieproefveld met een stikstofbeschikbaarheid van 100 tot 150 kg/ha gedurende een periode van half april tot ca. derde week juli.
- Zorg dan voor veldjes van minimaal 2 ruggen breed en 3 planten lang.
- Selecteer op vroege knolzetting (60 tot 70 dagen na planten)
- Selecteer in het veld op loofresistentie tegen *Phytophthora infestans*.
- Selecteer op middenvroeg rassen (cijfer voor tijptijd 6 – 7) en daarbinnen op:
 - rassen met een hoge maximale bodembedekking (Vx).
 - rassen met een lange T2 - T1, indien het gewas al aan het afrijpen is.
- Evalueer de oogst op 90 – 95 dagen na poten en selecteer op:
 - rassen met een hoog knoltal, hoge opbrengst en voldoende OWG (minimaal 340).
- Voer de selectie enkele jaren en op meerdere locaties uit.

6.5 Aanbevelingen voor verder onderzoek

Na presentatie van de resultaten aan commerciële aardappelkwekers en hobbytelers tijdens de jaarvergadering van de AKV midden Nederland in januari 2012, kwam de vraag naar voren hoe de resultaten van dit toepasbaar gemaakt kunnen worden op zaailingen. Kwekers willen in een zo'n vroeg mogelijk stadium kunnen selecteren op een goede opbrengst bij een lage stikstofbeschikbaarheid, want dit is het meest efficiënt. De parameters in dit onderzoek zijn echter gewasparameters en kunnen pas toegepast worden in derde jaars klonen.

Een vervolgonderzoek zou zich kunnen richten op: is het mogelijk om op zaailingniveau te kunnen selecteren op stikstofefficiëntie en zo ja welke selectiestrategie en selectiecriteria maken dat mogelijk.

Vanuit de kwekers die namens de sector betrokken waren bij het project kwam de vraag naar overerfbaarheid van de gewaseigenschappen die we in het project hebben onderzocht. Deze vraag wordt grotendeels door het proefschrift van Khan (2012) beantwoord. De curve-parameters die wij aanbevelen om te gebruiken hebben allen een hoge mate van overerfbaarheid.

Referentie

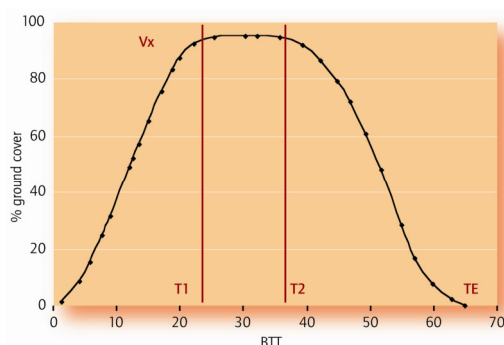
Khan, M.S. 2012. **Assessing genetic variation in growth and development of potato**. Phd Thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.

Bijlagen

Bijlage 1: Bodembedekkingcurve	67
Bijlage 2: Voorbeeld van een proefveldschema	69
Bijlage 3: Bruto opbrengst, aantal stengels en knollen per jaar, locatie, ras en stikstofgift	71
Bijlage 4: Bruto en droge-stofopbrengst, OWG, stikstofopname en stikstofefficiëntie per jaar, locatie, ras en stikstofgift	89
Bijlage 5: De correlatiecoëfficiënt R^2 bij exponentiële en lineaire regressie tussen de hoeveelheid stikstof in de knol en de droge-stofopbrengst in de knol, met en zonder groep bij alle stikstofgiften (0, 60 en 210 kg/ha) en bij de lage stikstofgiften (0 en 60 kg/ha).	109
Bijlage 6: De curve-fit-parameters per jaar, locatie, ras en stikstofgift	111
Bijlage 7: Correlatiecoëfficiënt R^2 van de lineaire regressie tussen curve-fit-parameters en droge-stofopbrengst in de knol voor de jaren 2008 t/m 2011 en de locaties Droevendaal (D), Grebbedijk (G) en Kraggenburg (K)	129

Bijlage 1: Bodembedekkingcurve

De ontwikkeling van het gewas, van opkomst tot afsterven kan worden weergegeven met de bodembedekkingscurve.



Schematische weergave van de bodembedekkingcurve (BBC) met de parameters T1 (periode tot de maximale bodembedekking bereikt wordt), T2 (periode tot de bodembedekking weer afneemt door afsterven loof), TE (periode tot het loof compleet is afgestorven) en Vx (de maximale bodembedekking).

Het model voor bodembedekking dat we in dit onderzoek hebben gebruikt wordt beschreven in het proefschrift van Khan (2012) en de daarin opgenomen tijdschriftartikelen. Hij gaat uit van een model met vijf parameters. Wij hebben in dit project gebruik gemaakt van vier daarvan. De vier die in bovenstaande figuur staan beschreven. De vijfde parameter die Khan gebruikt, TM1 het buigpunt in de opgaande lijn, is wel gebruikt om de oppervlakte onder de grafiek te berekenen.

Het model dat de bodembedekkingcurve beschrijft, onderkent drie fases van de loofontwikkeling, de opbouwfase, de maximale bodembedekkingfase, en de afstervingsfase.

De opbouwfase is de periode totdat de maximale bodembedekking (Vx) wordt bereikt. Deze periode wordt aangeduid met P1 en eindigt op tijdstip T1, het aantal dagen van opkomst tot het bereiken van de maximale bodembedekking.

Dan volgt een periode waarin het percentage bodembedekking constant blijft (P2) en duurt tot op het moment dat de deze weer afneemt door het afsterven van het gewas, welke wordt aangeduid met tijdstip T2.. De periode P2 duurt van T1 tot T2 en de duur is dus gelijk aan T2-T1.

De laatste periode van afsterven het P3 wordt afgesloten door TE en de lengte is gelijk aan TE-T2.

De bodembedekking kan worden gemeten met een rek met honderd vakjes. Het rek moet even breed zijn als de rugbreedte (meestal 75 cm) en even lang als een x-aantal plantplaatsen. In dit project maakten we gebruik van een rek van 75 x 90 cm en was de pootafstand in de rug 30 cm. Aan het rek zijn twee poten vastgemaakt waardoor het rek boven het gewas geplaatst kan worden. De vakjes die voor meer dan de helft gevuld zijn met groen blad worden geteld. Het aantal getelde vakjes geeft het percentage bodembedekking van dat moment weer. Door de bodembedekking wekelijks vanaf opkomst te meten of te schatten is het mogelijk om de parameters van de curve vast te stellen.

In een Excel-file kan per waarnemingsdag het percentage genoteerd worden (kolommen naast elkaar). Hieruit is vrij makkelijk te bepalen wanneer de bodembedekking een tijd constant bleef. Vx, T1 en T2 dan zijn te bepalen. TM1, het buigpunt in de opbouwfase, is moeilijker te schatten. Echter, bij een gelijkmatig verloop van de opbouwfase valt het buigpunt ongeveer halverwege en is TM1 te schatten als T1/2. TE is het moment waarop de bodembedekking weer gereduceerd is tot 0 of wanneer het gewas geforceerd wordt gedood. In dat geval zijn er speciale berekeningen nodig. Deze worden hieronder uitgelegd.

In ons project zijn de curve-fit-parameters berekend met behulp van een model dat was geschreven in SAS (Khan, 2012). Daarvoor zijn echter wel herhalingen nodig.

Als de parameters TM1, T1, T2, TE en Vx bekend zijn dan kan de oppervlakte onder de bodembedekkingcurve (OOBBC) uitgerekend worden. De OOBBC is de som van de oppervlakte van de afzonderlijke fases.

Oppervlakte opbouwfase, $OP1 = Vx \cdot 2 \cdot T1 \cdot (T1 - TM1) / (3 \cdot T1 - 2 \cdot TM1)$

Oppervlakte periode maximale bodembedekking, $OP2 = Vx \cdot (T2 - T1)$

Oppervlakte afstervingsfase, $OP3 = Vx \cdot ((TE - T2) / (2 \cdot TE - 2 \cdot T2 + T1)) \cdot ((TE - T2 + T1) \cdot (TE - T2 + T1) / T1)^{(T1 / (TE - T2)) - 2 \cdot T1}$

$OOBBC = OP1 + OP2 + OP3$

Deze formules kunnen in een Excel-file ingevuld worden.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	TM1	T1	T2	TE	Vx	OP1	OP2	OP3	OOBBC
2	13	25	27	38	88	1102	193	666	1960
3	12	23	28	40	95	1093	475	783	2350
4	12	24	30	42	90	1080	540	743	2363

Formule in kolom A, rij 2: = B2/2

Formule in kolom F, rij2: = E2*2*B2*(B2-A2)/(3*B2-2*A2)

Formule in kolom G rij2: = E2*(C2-B2)

Formule in kolom H rij 2: = E2*((D2-C2)/(2*D2-2*C2+B2))*((D2-C2+B2)*((D2-C2+B2)/B2)^(B2/(D2-C2))-2*B2)

Als het gewas wordt gedood terwijl het nog niet geheel afgestorven was (geforceerde TE) dan is de oppervlakte onder de curve van de derde periode niet meer met de bovenstaande formule te berekenen.

In dit project hebben we het dit als volgt opgelost:

1. Het gewas bevond zich nog in de fase van de maximale bodembedekking P2: $OP3=0$ ($TE=T2$)
2. Het percentage bodembedekking was hoger dan 20%: $OP3= v_{TE}(TE-T2) + ((Vx-V_{TE}) \cdot (TE-T2))/2$, waarin V_{TE} het percentage bodembedekking op TE (geforceerd).
3. Het percentage bodembedekking was lager dan 20%: oorspronkelijke formule gehandhaafd. Er wordt dan een kleine overschatting van de OOBBC gemaakt.

Referentie

Khan, M.S. 2012. **Assessing genetic variation in growth and development of potato**. Phd Thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.

LOUIS BOLK
MUSICIAN

Rascode	Ras
A	Agata
B	Leoni
C	Biogold
D	Santé
E	Bionica
F	Fontane
G	Terragold
H	Agria
I	Spirit

DROEVENDAAL

3m pad

3m pad

D	E	C
1.105	1.104	1.103
F	A	I
1.094	1.095	1.096
G	H	B
1.087	1.086	1.085

F	I	A
1.102	1.101	1.100
G	C	B
1.097	1.098	1.099
E	D	H
1.084	1.083	1.082

Blok 4

C	B	G
1.076	1.077	1.078
I	H	F
1.069	1.068	1.067
D	E	A
1.058	1.059	1.060

C	E	I
1.079	1.080	1.081
B	D	H
1.066	1.065	1.064
F	A	G
1.061	1.062	1.063

Blok 3

6 meter pad

F	A	E
1.051	1.050	1.049
H	B	C
1.040	1.041	1.042
G	I	D
1.033	1.032	1.031

B	C	F
1.048	1.047	1.046
I	D	E
1.043	1.044	1.045
A	G	H
1.030	1.029	1.028

Blok 2

6 meter pad

A	I	C
1.022	1.023	1.024
H	F	E
1.015	1.014	1.013
D	G	B
1.004	1.005	1.006

B	C	D
1.025	1.026	1.027
E	G	H
1.012	1.011	1.010
I	A	F
1.007	1.008	1.009

Blok 1

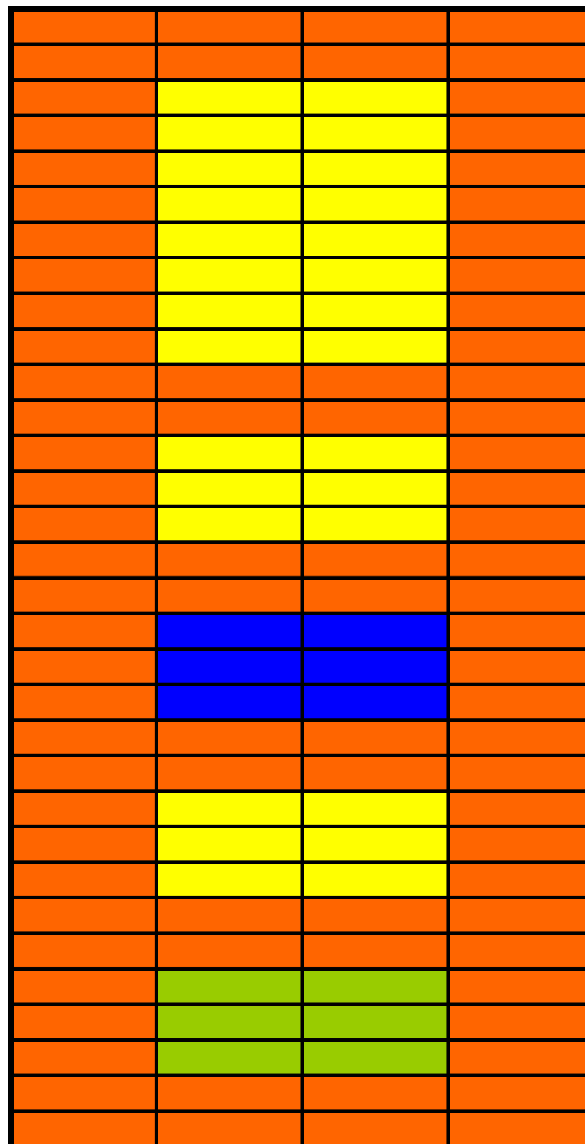
plot = 30 meter lang

subplot is 9,6 m lang

plot = 9 meter breed

stikstofgift
0 kg /ha
60 kg/ha
210 kg/ha

Indeling subplot



- te oogsten planten (tussenoogst 6 planten, eindooget 16 planten)
- randplanten
- planten om bodembedekking te meten
- planten om bladoppervlak te meten voor LAI

veldje: 4 ruggen breed en 32 planten lang (inclusief rand) = 3 meter breed en 9,6 meter lang
 pootafstand 30 cm
 2 plantgaten tussen de veldjes ($8 \times 0,6 = 4,8$ meter)
 3 meter pad tussen de blokken ($3 \times 3 = 9$ meter)

Bijlage 3: Bruto opbrengst, aantal stengels en knollen per jaar, locatie, ras en stikstofgift

Droevendaal 2008

controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		LAI		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal > 55	
vroeg	Agata	58,6	c	2,8	ab	4,1	cd	11,8	de	0,5	a	0,8	c	7,2	d	3,2	bc
	Leoni	46,5	a	2,8	ab	3,3	abc	8,2	a	0,5	a	0,7	bc	3,6	a	3,3	bcd
	Biogold	51,4	ab	2,9	ab	4,0	cd	11,2	cde	0,6	a	0,7	bc	7,0	cd	2,9	ab
	Bionica	46,5	a	2,1	a	2,9	a	12,6	e	1,4	b	1,3	d	7,8	d	2,1	a
midden	Fontane	52,3	b	4,2	c	4,0	bcd	11,9	de	0,7	a	0,7	bc	7,3	d	3,2	bc
	Santé	59,1	c	3,4	bc	3,5	abcd	11,8	de	0,3	a	0,6	abc	5,6	bc	5,4	f
laat	Terragold	58,3	c	3,0	ab	3,1	ab	9,8	abc	0,2	a	0,5	abc	4,3	ab	4,7	ef
	Agria	54,0	bc	3,3	bc	3,3	abc	9,1	ab	0,3	a	0,3	a	4,8	ab	3,8	cd
	Spirit	56,8	bc	2,8	ab	4,3	d	10,8	bcd	0,5	a	0,5	ab	5,7	bc	4,1	de
KBV*		5,7		1,0		0,9		1,8		0,6		0,4		1,6		0,9	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2008

60 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		LAI		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal > 55	
vroeg	Agata	62,2	cd	3,0	ab	3,9	abc	11,5	de	0,5	a	0,8	d	6,4	cd	3,8	ab
	Leoni	52,4	a	3,3	b	4,1	abc	8,9	a	0,6	a	0,8	cd	3,9	ab	3,6	a
	Biogold	56,0	ab	3,7	b	4,6	c	12,1	def	0,5	a	0,9	d	7,1	d	3,5	a
	Bionica	53,8	a	2,3	a	4,0	abc	12,8	ef	1,3	b	1,3	e	6,7	cd	3,4	a
midden	Fontane	59,8	bc	4,8	c	3,8	abc	13,7	f	0,7	a	0,6	cd	8,8	e	3,5	a
	Santé	60,2	bc	3,8	bc	4,3	bc	11,2	cde	0,2	a	0,3	ab	5,2	bc	5,5	d
laat	Terragold	66,2	d	3,4	b	3,5	ab	9,5	abc	0,4	a	0,6	bcd	3,5	a	5,0	cd
	Agria	60,5	bcd	4,8	c	3,3	a	9,0	ab	0,3	a	0,2	a	3,9	ab	4,6	bc
	Spirit	66,1	d	4,0	bc	4,2	bc	10,7	bcd	0,4	a	0,4	abc	4,7	ab	5,2	cd
KBV*		5,7		1,0		0,9		1,8		0,6		0,4		1,6		0,9	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2008

210 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		LAI		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal > 55	
vroeg	Agata	69,5	c	4,8	bcd	2,9	a	10,6	cd	0,3	a	0,5	ab	4,8	bc	5,0	b
	Leoni	55,9	a	4,3	bc	3,3	ab	7,6	ab	0,7	ab	0,5	ab	2,3	a	4,1	a
	Biogold	60,1	ab	3,9	ab	4,2	c	11,6	d	0,9	b	0,8	bc	5,8	c	4,1	a
	Bionica	55,2	a	3,1	a	3,1	a	9,6	c	0,6	ab	0,9	c	4,2	b	4,0	a
midden	Fontane	60,7	ab	6,8	f	3,7	abc	10,5	cd	0,4	ab	0,5	ab	4,8	bc	4,8	ab
	Santé	59,1	ab	6,1	ef	4,4	c	9,3	bc	0,3	a	0,3	a	3,6	ab	5,2	b
laat	Terragold	64,0	bc	4,9	cd	3,0	a	7,7	ab	0,3	ab	0,4	a	2,2	a	4,8	ab
	Agria	59,0	ab	5,3	de	3,1	a	7,5	a	0,2	a	0,4	a	2,4	a	4,4	ab
	Spirit	62,5	b	5,4	de	4,1	bc	9,3	bc	0,4	ab	0,4	a	3,5	ab	5,0	b
	KBV*	5,7		1,0		0,9		1,8		0,6		0,4		1,6		0,9	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2008

controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		LAI		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal > 55	
vroeg	Agata	51,5	cd	0,8	a	4,7	bc	10,8	bcd	1,0	abc	0,8	ab	6,2	bc	2,8	cd
	Leoni	46,4	abc	1,7	ab	3,5	ab	7,9	a	0,7	a	0,5	a	3,8	a	2,8	cd
	Biogold	39,8	a	0,8	a	6,5	c	10,2	bc	0,8	a	0,7	ab	7,1	cd	1,6	ab
	Bionica	43,4	ab	0,8	a	3,3	ab	12,3	de	1,3	abc	1,8	bc	8,3	d	1,0	a
midden	Fontane	51,3	cd	3,3	d	4,1	ab	12,5	de	1,6	bc	1,2	abc	8,0	d	1,7	ab
	Santé	47,4	abcd	2,1	bc	3,3	ab	12,9	e	1,8	c	1,0	ab	7,7	cd	2,5	bc
laat	Terragold	55,0	d	3,0	cd	3,2	ab	9,4	abc	1,0	ab	0,7	ab	4,3	a	3,5	d
	Agria	47,6	bcd	3,0	cd	2,7	a	9,3	ab	0,9	ab	0,8	ab	5,3	ab	2,3	bc
	Spirit	49,7	bcd	2,4	bcd	3,4	ab	11,3	cde	0,6	a	2,2	c	6,2	bc	2,3	bc
	KBV*	7,8		1,1		1,9		1,9		0,7		1,1		1,6		1,0	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2008

60 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		LAI		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal > 55	
vroeg	Agata	57,5	bcd	0,8	a	5,3	cd	11,9	c	1,6	cd	1,2	a	6,3	b	2,9	bcd
	Leoni	46,1	a	1,6	ab	4,2	bc	6,6	a	0,5	a	0,3	a	2,7	a	3,2	d
	Biogold	55,6	bcd	1,4	ab	6,5	d	12,6	cd	1,2	bc	0,9	a	8,3	c	2,2	abc
	Bionica	54,0	bc	0,8	a	4,3	bc	14,3	d	1,5	cd	1,3	a	9,5	c	2,0	ab
midden	Fontane	52,7	ab	2,8	c	3,7	abc	13,3	cd	2,3	d	1,0	a	8,1	c	1,9	a
	Santé	61,2	cd	2,4	bc	3,9	bc	12,5	cd	1,1	abc	1,0	a	5,5	b	4,8	e
laat	Terragold	61,9	d	3,1	cd	3,2	ab	8,9	b	0,5	ab	0,5	a	3,6	a	4,2	e
	Agria	53,8	abc	3,9	d	1,8	a	7,3	ab	0,7	ab	0,5	a	2,9	a	3,3	d
	Spirit	58,9	bcd	3,0	cd	3,8	bc	11,4	c	1,8	cd	0,6	a	6,0	b	3,0	cd
	KBV	7,8		1,1		1,9		1,9		0,7		1,1		1,6		1,0	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2008

210 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		LAI		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal > 55	
vroeg	Agata	75,6	d	2,7	ab	4,8	bcd	10,3	c	0,8	ab	0,8	a	3,7	bc	5,0	d
	Leoni	62,2	c	1,9	a	4,9	cd	7,3	ab	0,9	ab	0,6	a	1,9	a	3,9	bc
	Biogold	71,8	d	3,4	b	5,4	d	12,3	d	1,5	bcd	1,1	a	4,8	cd	5,0	d
	Bionica	57,1	bc	2,2	a	3,3	abc	11,5	cd	1,3	bcd	1,3	a	5,5	d	3,5	b
midden	Fontane	52,0	ab	5,8	de	3,7	abcd	10,6	cd	1,8	cd	0,9	a	4,8	cd	3,1	ab
	Santé	64,0	c	5,2	cde	3,0	ab	9,9	c	1,2	abc	0,7	a	3,5	bc	4,5	cd
laat	Terragold	60,2	c	5,0	cd	3,3	abc	9,8	bc	1,2	abc	0,7	a	4,6	cd	3,3	ab
	Agria	47,5	a	4,6	c	2,5	a	6,7	a	0,5	a	0,9	a	2,8	ab	2,5	a
	Spirit	51,6	ab	6,2	e	3,8	abcd	10,4	c	2,0	d	1,1	a	4,0	bcd	3,3	ab
	KBV	7,8		1,1		1,9		1,9		0,7		1,1		1,6		1,0	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2009

Controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal > 55	
vroeg	Agata	33,1	ab	3,9	bc	15,5	c	3,0	d	3,2	c	9,2	d	0,2	a
	Biogold	28,2	a	4,5	c	12,9	b	1,7	c	2,9	c	8,1	bc	0,2	ab
	Bionica	28,5	a	3,0	ab	15,0	c	4,8	e	2,6	c	7,2	ab	0,5	abc
midden	Fontane	33,4	ab	3,7	abc	12,6	b	1,3	bc	1,9	b	9,1	cd	0,3	ab
laat	Agria	34,1	ab	3,0	a	9,2	a	0,4	a	0,7	a	7,3	ab	0,9	bc
	Terragold	35,9	b	4,1	c	8,9	a	0,6	ab	0,8	a	6,3	a	1,1	c
	KBV*	6,5		0,9		1,5		0,8		0,6		1,1		0,7	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2009

60 kg/ha N

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal > 55	
vroeg	Agata	41,9	c	4,2	bc	15,1	c	1,9	b	2,1	b	10,4	c	0,7	ab
	Biogold	34,4	ab	4,5	c	14,6	c	1,7	b	2,6	b	10,0	c	0,2	a
	Bionica	29,3	a	3,4	ab	12,7	b	2,8	c	2,2	b	7,2	a	0,5	a
midden	Fontane	35,1	ab	3,9	abc	10,9	a	1,1	ab	0,9	a	8,3	b	0,6	a
laat	Agria	39,5	bc	3,1	a	9,5	a	0,3	a	0,6	a	7,1	a	1,4	bc
	Terragold	44,3	c	3,7	abc	11,0	a	0,5	a	1,0	a	7,9	ab	1,6	c
	KBV*	6,5		0,9		1,5		0,8		0,6		1,1		0,7	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2009

210 kg/ha N

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal > 55	
vroeg	Agata	45,7	a	6,0	d	14,4	cd	1,2	ab	1,6	b	10,3	cd	1,2	b
	Biogold	39,8	a	5,5	cd	15,3	d	1,6	b	2,1	b	11,2	d	0,3	a
	Bionica	41,6	a	3,4	a	13,7	c	1,8	b	1,7	b	8,3	b	1,9	c
midden	Fontane	45,1	a	3,9	ab	12,0	b	0,5	a	0,8	a	9,7	c	1,0	ab
laat	Agria	40,8	a	3,4	a	9,1	a	0,5	a	0,5	a	5,9	a	2,2	c
	Terragold	55,4	b	4,6	bc	11,2	b	0,6	a	0,6	a	6,8	a	3,3	d
	KBV*	6,5		0,9		1,5		0,8		0,6		1,1		0,7	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2009

Controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal > 55	
vroeg	Agata	37,1	b	4,0	c	12,7	b	2,6	a	2,3	b	6,2	b	1,7	a
	Biogold	29,1	a	3,5	bc	10,0	ab	1,4	a	1,5	ab	6,0	ab	1,3	a
	Bionica	29,3	a	2,2	a	9,1	a	1,6	a	1,5	ab	4,2	a	1,8	a
midden	Fontane	34,1	ab	3,6	c	11,3	ab	2,0	a	1,3	ab	6,6	b	1,3	a
laat	Agria	33,4	ab	2,5	ab	8,4	a	0,7	a	1,2	a	4,8	ab	1,7	a
	Terragold	44,0	c	3,8	c	11,3	ab	1,2	a	1,5	ab	6,3	b	2,3	a
	KBV*	6,8		0,9		3,3		1,9		1,0		1,8		1,1	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2009

60 kg/ha N

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal > 55	
vroeg	Agata	52,3	c	3,7	bc	14,3	c	2,9	b	2,3	c	5,8	b	3,3	b
	Biogold	36,6	ab	3,8	c	11,9	bc	1,7	ab	2,0	c	6,4	b	1,9	a
	Bionica	32,2	a	2,7	a	11,8	bc	3,0	b	1,9	bc	4,9	ab	2,0	a
midden	Fontane	41,2	b	3,6	abc	10,6	ab	1,9	ab	0,9	ab	5,3	b	2,5	ab
laat	Agria	40,1	b	2,8	ab	7,3	a	0,7	a	0,6	a	3,4	a	2,7	ab
	Terragold	52,5	c	4,8	d	12,3	bc	1,9	ab	1,3	abc	5,5	b	3,5	b
	KBV*	6,8		0,9		3,3		1,9		1,0		1,8		1,1	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2009

210 kg/ha N

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal > 55	
vroeg	Agata	54,8	c	4,1	bcd	17,9	c	4,8	b	3,1	c	6,5	c	3,5	b
	Biogold	47,5	ab	4,4	cd	13,8	bc	2,4	a	1,5	ab	6,0	bc	4,0	b
	Bionica	44,9	a	2,9	a	12,5	b	2,1	a	2,1	b	4,6	ab	3,7	b
midden	Fontane	44,7	a	3,7	abc	11,6	b	2,4	a	1,3	ab	5,0	abc	3,0	ab
laat	Agria	42,7	a	3,3	ab	8,5	a	0,9	a	1,3	ab	4,0	a	2,4	a
	Terragold	52,5	bc	4,7	d	11,5	b	1,8	a	1,0	a	5,0	abc	3,6	b
	KBV*	6,8		0,9		3,3		1,9		1,0		1,8		1,1	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2010

Controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal >55	
vroeg	Agata	29,8	cde	3,6	ab	17,8	e	5,2	c	4,0	de	8,4	de	0,2	abc
	Biogold	29,7	cde	5,1	abcd	11,8	bcd	2,0	ab	2,0	c	6,6	bc	1,1	defg
	Bionica	30,0	cde	4,3	abc	11,8	bcd	1,8	ab	1,8	c	7,2	cd	1,0	defg
	Campina	30,5	cde	4,3	abc	18,0	e	6,0	c	4,1	e	7,7	cd	0,2	abc
	Marabel	30,8	cde	4,2	abc	12,2	cd	2,5	ab	1,7	bc	7,3	cd	0,6	cde
	VR01-316	19,7	a	5,7	cd	12,9	d	2,8	b	3,3	de	6,8	bcd	0,0	a
midden	Fontane	30,1	cde	5,3	abcd	13,1	d	2,8	b	1,8	c	7,9	cde	0,6	bcd
	Musica	33,8	de	5,6	cd	17,6	e	4,4	c	3,7	de	9,3	ef	0,1	ab
	Santé	29,6	cde	5,5	bcd	12,0	cd	1,6	ab	1,5	bc	8,0	cde	0,9	def
	Toluca	30,4	cde	5,0	abcd	9,6	ab	1,1	a	1,6	bc	5,5	ab	1,4	gh
	Connect	31,8	cde	6,7	d	21,3	f	5,8	c	5,1	f	10,3	f	0,1	ab
	YP03-3	31,4	cde	4,8	abc	9,9	abc	1,3	ab	0,5	a	7,0	cd	1,1	efg
laat	Agria	29,4	cde	5,6	cd	9,4	a	2,1	ab	0,9	ab	4,7	a	1,7	h
	Mozart	28,5	cd	4,9	abc	12,5	d	2,8	b	2,2	c	6,7	bc	0,8	def
	Spirit	26,8	bc	4,4	abc	12,1	cd	2,8	b	2,2	c	6,6	bc	0,6	cde
	Terragold	35,7	e	5,0	abcd	11,6	bcd	1,7	ab	1,8	c	6,9	bcd	1,3	fgh
	Valor	25,8	abc	3,5	a	16,9	e	5,3	c	3,3	d	8,2	de	0,2	abc
	Voyager	20,5	ab	4,8	abc	8,8	a	1,9	ab	1,6	bc	5,0	a	0,3	abc
	KBV*	6,4		1,9		2,3		1,6		0,8		1,5		0,5	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2010

60 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal >55	
vroeg	Agata	29,2	bc	5,5	a	17,3	fg	4,3	de	4,0	gh	8,9	gh	0,2	ab
	Biogold	30,5	cd	4,8	a	11,7	bcde	1,8	abc	1,9	cde	7,1	cde	0,9	cde
	Bionica	30,9	cd	4,3	a	13,8	e	2,5	bc	2,1	def	8,4	defg	0,7	c
	Campina	31,5	cd	5,2	a	17,4	fg	4,6	de	3,9	g	8,8	fgh	0,1	a
	Marabel	38,3	f	4,5	a	12,0	bcde	1,9	abc	1,5	abcd	7,0	cd	1,7	g
	VR01-316	25,0	ab	5,2	a	13,7	de	2,3	abc	2,9	f	8,3	defg	0,1	a
midden	Fontane	31,7	cd	5,0	a	12,3	bcde	1,8	abc	1,8	bcde	8,2	defg	0,6	abc
	Musica	36,9	ef	5,2	a	19,4	g	4,2	de	4,7	h	10,2	h	0,3	ab
	Santé	31,5	cd	4,3	a	12,3	bcde	1,7	abc	1,9	cde	7,5	cdefg	1,3	ef
	Toluca	30,9	cd	4,5	a	8,7	a	0,7	a	1,1	ab	5,5	ab	1,5	fg
	Connect	36,7	ef	4,8	a	22,4	h	5,8	e	4,7	gh	11,8	i	0,2	ab
	YP03-3	34,5	def	4,3	a	11,0	bc	1,4	ab	0,7	a	7,3	cde	1,5	fg
laat	Agria	32,0	cd	4,8	a	10,0	ab	1,0	ab	1,3	abc	6,5	bc	1,2	def
	Mozart	33,2	cde	4,7	a	12,5	cde	2,0	abc	1,8	bcde	7,4	cdef	1,3	efg
	Spirit	29,4	bc	4,7	a	13,5	de	3,1	cd	2,4	ef	7,4	cdef	0,6	abc
	Terragold	38,6	f	4,0	a	11,4	bcd	1,6	abc	1,7	bcde	6,4	bc	1,8	g
	Valor	30,5	cd	5,3	a	16,4	f	4,2	de	2,9	f	8,5	efg	0,8	cd
	Voyager	20,8	a	5,4	a	7,8	a	1,7	abc	1,2	abc	4,3	a	0,6	bc
	KBV*	4,5		1,9		2,3		1,6		0,8		1,5		0,5	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenbrug 2010

Controle (0 kg N/ha)

concentratie (0-1 kg planta)															
vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal >55	
vroeg	Agata	19,9	abc	4,6	def	9,5	def	2,2	efg	2,1	d	7,4	f	0,9	abc
	Biogold	16,6	a	4,4	cdef	8,3	bcde	1,4	cde	1,1	ab	5,7	cde	0,6	a
	Bionica	23,1	abcde	3,8	bcde	8,6	bcde	0,8	abc	1,0	ab	6,7	def	1,3	bcd
	Campina	24,9	bcde	5,4	fg	9,3	cdef	2,8	g	2,2	de	7,4	f	0,9	abc
	Marabel	20,7	abc	3,1	ab	7,4	bcd	1,1	abcd	0,8	ab	4,7	bc	1,4	cde
	VR01-316	18,7	ab	5,7	g	9,7	ef	1,8	def	1,9	cd	6,5	def	0,5	a
midden	Fontane	29,5	efgh	4,4	cdef	9,5	def	1,3	bcd	0,9	ab	6,2	def	1,9	ef
	Musica	32,0	fgh	7,3	h	12,6	g	2,3	fg	2,8	e	9,1	g	0,8	ab
	Santé	33,1	gh	3,5	bcd	9,8	ef	0,7	abc	1,0	ab	5,5	cde	2,8	hij
	Toluca	28,2	defg	3,9	bcde	7,3	bcd	0,4	a	0,8	ab	3,4	ab	2,1	fg
	Connect	34,0	gh	8,1	h	11,2	fg	1,2	abcd	1,4	abc	7,3	f	2,4	fgh
	YP03-3	26,1	cdef	5,3	fg	7,3	bc	0,5	abc	0,7	a	5,3	cd	3,0	ij
laat	Agria	33,4	gh	3,4	abc	8,4	bcde	0,6	abc	0,7	a	4,6	bc	2,9	hij
	Mozart	28,3	defg	3,3	ab	6,6	ab	0,5	ab	0,8	ab	3,7	ab	3,1	j
	Spirit	28,3	defg	4,8	efg	8,8	cde	1,4	cde	1,1	ab	6,7	def	1,5	de
	Terragold	35,8	h	3,9	bcde	9,9	ef	0,7	abc	1,1	ab	6,4	def	2,5	ghi
	Valor	22,9	abcd	3,5	bcd	7,6	bcde	1,0	abcd	0,8	ab	6,9	ef	1,4	bcde
	Voyager	18,6	ab	2,6	a	4,9	a	0,6	abc	0,6	a	3,0	a	1,2	bcd
	KBV*	6,5		1,1		2,2		0,9		0,7		1,4		0,6	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenbrug 2010

60 kg/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal >55	
vroeg	Agata	32,6	def	4,7	def	12,7	efg	2,2	efg	2,1	d	7,4	f	0,9	abc
	Biogold	23,1	a	4,1	bcd	8,8	bcd	1,4	cde	1,1	ab	5,7	cde	0,6	a
	Bionica	31,9	de	3,8	abcd	9,7	cd	0,8	abc	1,0	ab	6,7	def	1,3	bcd
	Campina	36,7	fg	5,2	ef	13,4	gh	2,8	g	2,2	de	7,4	f	0,9	abc
	Marabel	28,3	bcd	3,2	ab	8,1	bc	1,1	abcd	0,8	ab	4,7	bc	1,4	cde
	VR01-316	26,7	abc	6,6	gh	10,7	def	1,8	def	1,9	cd	6,5	def	0,5	a
midden	Fontane	36,9	fg	3,8	abcd	10,3	de	1,3	bcd	0,9	ab	6,2	def	1,9	ef
	Musica	40,5	ghi	7,1	h	15,0	h	2,3	fg	2,8	e	9,1	g	0,8	ab
	Santé	38,7	gh	3,5	abc	9,9	cd	0,7	abc	1,0	ab	5,5	cde	2,8	hij
	Toluca	31,1	cd	4,1	bcde	6,7	ab	0,4	a	0,8	ab	3,4	ab	2,1	fg
	Connect	42,8	hi	6,7	gh	12,2	efg	1,2	abcd	1,4	abc	7,3	f	2,4	fgh
	YP03-3	43,6	i	5,8	fg	9,6	cd	0,5	abc	0,7	a	5,3	cd	3,0	ij
laat	Agria	40,2	ghi	3,7	abcd	8,8	bcd	0,6	abc	0,7	a	4,6	bc	2,9	hij
	Mozart	36,1	efg	3,2	ab	8,1	bc	0,5	ab	0,8	ab	3,7	ab	3,1	j
	Spirit	37,5	g	5,2	ef	10,7	def	1,4	cde	1,1	ab	6,7	def	1,5	de
	Terragold	42,9	hi	4,5	cde	10,8	def	0,7	abc	1,1	ab	6,4	def	2,5	ghi
	Valor	31,2	cd	3,4	ab	10,1	cde	1,0	abcd	0,8	ab	6,9	ef	1,4	bcde
	Voyager	25,1	ab	2,7	a	5,5	a	0,6	abc	0,6	a	3,0	a	1,2	bcd
	KBV*	4,6		1,1		2,2		0,9		0,7		1,4		0,6	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2011

Controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal >55	
vroeg	Agata	30,9	def	4,0	abc	15,4	ef	3,2	e	3,3	efg	9,7	g	0,1	a
	Biogold	21,1	ab	3,6	ab	13,9	de	3,5	ef	4,2	g	6,2	abcde	0,0	a
	Bionica	23,4	abcd	4,5	bc	11,6	cd	1,7	bcd	2,7	cdef	7,0	bcdef	0,1	a
	Campina	32,7	f	5,3	cd	15,7	ef	3,9	ef	3,7	fg	8,0	defg	0,0	a
	Marabel	24,1	abcd	3,3	ab	12,1	cd	2,0	d	3,1	def	7,0	bcdef	0,0	a
midden	Fontane	27,4	bcdef	3,9	ab	11,7	cd	1,6	abcd	1,8	abc	8,1	efg	0,1	a
	Musica	26,6	bcdef	6,3	d	17,8	f	5,8	g	5,9	h	6,0	abcd	0,0	a
	Santé	26,2	abcdef	3,4	ab	11,7	cd	1,6	abcd	2,2	bcd	7,7	cdefg	0,2	a
	Sarpo Mira	21,0	ab	3,1	a	7,8	a	1,5	abcd	1,4	ab	4,3	a	0,6	ab
	Toluca	29,5	cdef	6,2	d	11,2	bc	1,0	abcd	1,8	abc	8,0	cdefg	0,3	ab
	Connect	24,1	abcd	6,4	d	16,8	f	4,5	f	5,5	h	6,9	bcdef	0,0	a
	YP03-3	18,8	a	6,4	d	10,3	abc	1,9	cd	2,7	cde	5,6	ab	0,2	a
laat	Agria	21,9	abc	3,1	a	8,0	a	0,8	ab	1,2	a	5,9	abc	0,1	a
	Mozart	24,7	abcde	3,1	a	8,9	ab	1,3	abcd	1,1	a	6,0	abcd	0,5	ab
	Spirit	22,6	abc	4,1	abc	12,2	cd	2,0	d	1,8	abc	8,3	fg	0,1	a
	Terragold	26,2	abcdef	4,1	abc	10,3	abc	1,5	abcd	2,3	bcd	6,3	abcdef	0,2	a
	Valor	25,9	abcdef	3,5	ab	8,8	ab	0,7	a	0,9	a	6,1	abcd	1,1	b
	Voyager	32,0	ef	2,9	a	10,1	abc	0,9	abc	1,9	abc	6,6	bcdef	0,6	ab
	KBV*	7,7		1,3		2,7		1,0		1,0		2,1		0,8	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2011

60 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal >55	
vroeg	Agata	34,8	cd	4,3	abc	14,0	fg	2,3	ef	2,4	de	8,7	e	0,6	abc
	Biogold	24,9	ab	5,6	de	15,6	gh	3,5	g	4,5	f	7,5	bcde	0,1	ab
	Bionica	30,2	abcd	6,4	e	12,7	ef	1,9	def	2,3	de	8,1	de	0,4	ab
	Campina	34,7	cd	5,9	de	15,7	gh	2,8	fg	4,1	f	8,6	e	0,1	ab
	Marabel	29,3	abcd	3,9	abc	11,3	cde	1,4	bcde	2,4	de	7,2	bcde	0,4	ab
midden	Fontane	31,5	bcd	4,2	abc	12,2	def	1,7	cde	1,8	cde	8,6	e	0,1	ab
	Musica	29,9	abcd	6,6	e	17,8	hi	5,4	h	5,6	g	6,7	bcde	0,0	ab
	Santé	31,5	bcd	3,9	abc	10,5	bcde	0,6	ab	1,7	cde	7,0	bcde	1,2	cd
	Sarpo Mira	23,5	a	3,3	abc	8,4	ab	1,4	abcde	1,8	cde	4,6	a	0,6	abcd
	Toluca	29,3	abcd	6,5	e	9,9	abcd	0,8	abc	1,5	abcd	7,0	bcde	0,6	abc
	Connect	35,8	d	6,0	e	19,7	i	3,8	g	4,6	f	11,2	f	0,0	a
	YP03-3	27,5	abc	5,6	de	10,0	abcd	1,2	abcd	1,5	bcd	6,4	abcd	0,8	bcd
laat	Agria	34,8	cd	2,9	a	9,3	abc	0,6	ab	0,6	ab	6,8	bcde	1,2	cd
	Mozart	24,2	ab	3,2	ab	9,0	abc	1,4	bcde	1,1	abc	5,8	abc	0,6	abcd
	Spirit	30,9	abcd	4,6	cd	11,5	cdef	2,0	def	1,5	abcd	7,3	bcde	0,7	abcd
	Terragold	31,4	bcd	4,4	bcd	12,4	def	1,7	cde	2,6	e	7,8	cde	0,3	ab
	Valor	30,5	abcd	3,0	a	7,8	a	0,4	a	0,5	a	5,5	ab	1,4	d
	Voyager	35,1	cd	3,4	abc	9,3	abc	1,1	abcd	1,5	abcd	5,9	abc	0,8	abcd
	KBV*	7,7		1,3		2,7		1,0		1,0		2,1		0,8	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2011

210 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal >55	
vroeg	Agata	39,6	abcde	3,7	ab	15,4	fg	2,5	de	3,3	d	8,7	ef	0,9	ab
	Biogold	34,2	ab	4,1	abc	13,4	ef	2,3	de	2,1	c	8,0	de	0,9	ab
	Bionica	35,3	abc	5,1	cd	12,0	cde	1,0	abc	1,7	abc	8,4	de	0,9	ab
	Campina	42,8	cde	5,2	cde	12,9	def	1,8	cd	1,6	abc	8,7	ef	0,8	ab
	Marabel	35,8	abcd	4,0	abc	10,9	abcde	1,6	bcd	1,4	abc	6,5	bcd	1,3	bc
midden	Fontane	42,1	cde	3,9	abc	11,5	abcde	1,3	abc	1,3	abc	7,7	cde	1,3	b
	Musica	44,5	e	6,5	ef	17,8	g	3,1	e	3,9	d	10,6	f	0,2	a
	Santé	42,5	cde	4,0	abc	11,5	bcde	1,1	abc	1,5	abc	6,9	bcde	2,1	cde
	Sarpo Mira	32,6	a	3,5	a	8,8	a	1,1	abc	1,1	ab	5,1	ab	1,5	bcd
	Toluca	41,7	bcde	6,3	def	9,6	abc	0,7	ab	0,7	a	6,0	abc	2,3	de
	Connect	55,2	f	6,6	f	16,0	fg	2,4	de	1,9	bc	8,8	ef	2,8	ef
	YP03-3	35,5	abc	5,8	def	10,8	abcde	1,0	abc	1,4	abc	6,8	bcde	1,6	bcd
laat	Agria	45,5	e	3,9	abc	9,1	ab	0,5	a	0,7	a	5,2	ab	2,8	ef
	Mozart	43,3	de	3,7	ab	9,1	ab	0,9	abc	0,6	a	4,4	a	3,1	f
	Spirit	42,8	cde	5,0	bcd	10,0	abc	1,0	abc	1,1	abc	5,6	ab	2,3	de
	Terragold	46,5	e	4,3	abc	11,5	abcde	0,9	abc	1,6	abc	6,6	bcd	2,3	de
	Valor	45,0	e	4,4	abc	9,9	abc	0,6	a	0,7	a	5,1	ab	3,4	f
	Voyager	39,2	abcde	4,3	abc	10,3	abcd	1,2	abc	1,4	abc	6,4	abcd	1,3	bc
	KBV*	7,7		1,3		2,7		1,0		1,0		2,1		0,8	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenburg 2011

Controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal >55	
vroeg	Agata	45,9	cd	3,6	bcde	11,1	def	0,9	ab	0,8	bcd	7,3	cd	2,1	de
	Biogold	40,0	bc	4,2	def	10,3	bcde	1,4	bcdef	0,7	abcd	6,2	bcd	1,9	d
	Bionica	45,6	cd	3,6	bcde	13,4	ghi	1,2	abcd	0,9	cde	9,8	f	1,4	abcd
	Campina	54,7	ef	4,2	def	13,1	fghi	1,4	bcde	1,0	de	9,2	ef	1,5	bcd
	Marabel	43,7	cd	2,9	abc	8,9	abc	0,9	ab	0,6	abc	5,8	abc	1,7	bcd
midden	Fontane	45,7	cd	3,8	bcde	10,7	cde	0,9	ab	0,6	abc	7,5	de	1,9	d
	Musica	56,8	f	5,9	g	14,5	i	2,1	ef	1,3	ef	9,6	f	1,9	cd
	Santé	48,0	de	2,8	abc	10,5	bcde	0,4	a	0,5	abc	6,2	bcd	0,9	ab
	Sarpo Mira	27,2	a	3,2	abcd	8,6	abc	1,0	abc	1,5	f	5,6	abc	2,3	de
	Toluca	45,8	cd	4,0	cde	10,5	bcde	1,1	abcd	0,7	abcd	6,5	bcd	2,3	de
	Connect	41,3	bcd	4,7	ef	14,1	hi	1,8	cdef	1,6	f	9,7	f	1,4	abcd
	YP03-3	44,9	cd	5,3	fg	9,4	abcd	0,6	ab	0,5	ab	5,4	ab	1,8	cd
laat	Agria	41,7	cd	2,8	ab	8,5	ab	0,6	ab	0,5	abc	5,5	ab	1,6	bcd
	Mozart	43,1	cd	2,2	a	11,7	efg	1,8	cdef	0,9	bcde	7,2	cd	3,4	f
	Spirit	33,0	ab	3,4	bcd	10,3	bcde	1,9	def	0,9	bcde	6,6	bcd	0,5	a
	Terragold	41,6	cd	2,8	ab	7,6	a	0,5	a	0,4	ab	4,4	a	2,1	de
	Valor	39,5	bc	2,7	ab	8,4	ab	0,4	a	0,3	a	5,4	ab	0,9	abc
	Voyager	47,7	de	3,1	abcd	12,3	efgh	2,3	f	1,0	de	7,5	de	2,9	ef
	KBV*	7,6		1,2		2,2		0,9		0,5		1,7		0,9	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenburg 2011

60 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal >55	
vroeg	Agata	55,5	h	4,4	ef	10,7	cd	1,0	abcd	0,6	abcde	5,4	abc	3,6	g
	Biogold	46,5	defg	4,2	cdef	11,7	def	1,3	bcde	0,8	defg	7,3	def	2,3	bcde
	Bionica	50,6	efgh	3,3	abcde	12,9	ef	1,2	abcde	0,9	defg	8,6	f	2,3	bcde
	Campina	54,2	h	4,3	def	13,7	f	2,0	ef	1,0	efg	8,9	f	1,8	bc
	Marabel	48,5	efgh	3,1	abcd	8,9	abc	0,8	abc	0,2	a	4,9	ab	3,0	efg
midden	Fontane	53,2	gh	3,2	abcde	11,3	de	1,0	abcd	0,5	abcd	6,8	cde	3,3	fg
	Musica	54,6	h	6,2	h	13,6	f	1,8	def	1,2	g	8,5	ef	2,2	bcde
	Santé	43,5	cde	3,0	abc	9,6	bcd	0,5	ab	0,3	abc	6,0	abcd	1,4	ab
	Sarpo Mira	28,9	a	3,8	bcdef	7,4	a	0,5	ab	1,0	efg	5,1	abc	2,8	defg
	Toluca	50,1	efgh	4,8	fg	10,8	cde	1,1	abcde	0,7	bcdef	6,2	bcd	1,8	bc
	Connect	38,5	bc	4,2	cdef	13,5	f	3,2	g	1,1	fg	8,4	ef	1,6	ab
	YP03-3	49,6	efgh	5,7	gh	9,6	abcd	0,6	ab	0,5	abcd	5,0	ab	3,1	efg
laat	Agria	52,0	fgh	2,5	a	8,4	ab	0,4	a	0,3	ab	4,4	a	2,0	bcd
	Mozart	39,6	bcd	2,1	a	10,1	bcd	1,6	cdef	0,7	bcdef	5,6	abc	2,8	defg
	Spirit	45,1	cdef	2,8	ab	11,7	def	1,6	cdef	1,0	efg	7,7	def	0,8	a
	Terragold	51,7	fgh	3,9	bcdef	10,4	bcd	0,9	abc	0,6	abcde	6,2	bcd	2,7	cdef
	Valor	34,1	ab	3,1	abcd	8,9	abc	0,9	abc	0,7	bcdef	5,5	abc	0,7	a
	Voyager	48,3	efgh	2,4	a	11,0	cde	2,3	f	0,8	cdef	6,4	bcd	3,5	fg
	KBV*	7,6		1,2		2,2		0,9		0,5		1,7		0,9	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenburg 2011

210 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		aantal stengels per plant		aantal knollen per plant		aantal 0-28		aantal 28-35		aantal 35-55		aantal >55	
vroeg	Agata	65,7	h	4,3	cd	12,5	def	1,2	cdef	0,8	bc	6,1	de	4,5	g
	Biogold	54,2	ef	4,1	bcd	11,1	cde	1,1	abcdef	0,7	abc	5,6	cd	3,7	fg
	Bionica	59,6	fgh	3,3	bc	12,9	ef	1,1	abcdef	0,9	cd	7,4	ef	3,6	efg
	Campina	56,7	efg	4,5	de	13,6	f	1,6	fg	1,2	de	8,6	fg	2,2	bc
	Marabel	53,4	ef	3,4	bcd	9,5	c	0,8	abcdef	0,6	abc	4,8	bcd	3,2	def
midden	Fontane	50,4	de	3,2	abc	11,1	cde	1,1	bcdef	0,7	abc	6,4	de	3,8	fg
	Musica	63,9	gh	5,9	f	16,8	g	2,4	gh	1,4	e	10,1	g	2,7	cde
	Santé	50,2	de	3,5	bcd	10,0	c	0,6	abcde	0,6	abc	4,8	bcd	2,4	bcd
	Sarpo Mira	24,0	a	4,3	cd	4,9	a	0,3	ab	0,3	ab	3,5	ab	3,3	def
	Toluca	55,1	ef	5,7	ef	11,4	cde	1,3	cdef	0,4	ab	6,3	de	2,4	bcd
	Connect	37,4	b	4,5	de	9,9	c	1,4	def	0,7	abc	5,5	cd	1,6	ab
	YP03-3	41,9	bc	6,1	f	7,3	b	0,3	ab	0,4	ab	3,3	ab	2,8	cde
laat	Agria	50,3	de	3,0	ab	6,9	ab	0,2	a	0,3	a	2,6	a	2,8	cde
	Mozart	45,3	cd	2,0	a	10,2	c	1,5	ef	0,8	bcd	5,2	cd	3,9	fg
	Spirit	45,1	cd	3,9	bcd	9,4	c	0,7	abcde	0,6	abc	5,7	d	0,8	a
	Terragold	50,8	de	3,7	bcd	9,6	c	0,6	abcd	0,5	abc	5,2	cd	3,4	ef
	Valor	36,1	b	3,1	ab	7,2	b	0,5	abc	0,4	ab	3,9	abc	2,3	bc
	Voyager	43,3	bcd	3,7	bcd	10,4	cd	2,6	h	0,7	abc	5,5	cd	3,3	def
	KBV*	7,6		1,2		2,2		0,9		0,5		1,7		0,9	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Bijlage 4: Bruto en droge-stofopbrengst, OWG, stikstofopname en stikstofefficiëntie per jaar, locatie, ras en stikstofgift

Grebbedijk 2008, derde oogst (96 dagen na planten)

60 kg N/ha

		bruto opbrengst (ton/ha)		OWG		opbrengst droge stof knol (ton/ha)		N opname hele plant (kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		N in de knol (kg/ha)		NUE _{knol}	
vroegeheid	ras																
vroeg	Agata	57,5	bcd	305	a	9,8	ab	115,5	a	0,923	c	0,897	d	103,3	abc	94,6	a
	Leoni	46,1	a	356	b	9,0	a	115	a	0,858	b	0,822	c	95,5	ab	95,2	ab
	Biogold	55,6	bcd	385	cd	11,7	cde	147,6	b	0,901	c	0,869	cd	127,4	d	92,0	a
	Bionica	54,0	bc	353	b	10,5	abc	126,8	ab	0,914	c	0,882	cd	118,4	cd	88,5	a
middenvroeg	Fontane	52,7	ab	406	d	11,7	cde	141,7	ab	0,797	a	0,646	a	91,6	a	127,2	d
	Santé	61,2	cd	395	cd	13,2	e	152,3	b	0,860	b	0,757	b	116	cd	117,1	cd
laat	Terragold	61,9	d	356	b	12,1	cde	148,7	b	0,820	ab	0,742	b	110,8	bcd	112,3	c
	Agria	53,8	abc	376	bc	11,0	bcd	146,1	b	0,800	a	0,700	ab	101,9	abc	108,8	bc
	Spirit	58,9	bcd	389	cd	12,4	de	148,3	b	0,843	b	0,738	b	109,6	abcd	114,5	cd
	KBV*	7,8		28		1,7		29,3		0,042		0,032		18,4		13,8	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2008, derde oogst (96 dagen na planten)

210 kg N/ha

N in de knol																	
		bruto opbrengst (ton/ha)		OWG		opbrengst droge stof knol (ton/ha)		N opname hele plant (kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		N in de knol (kg/ha)		NUE _{knol}	
vroegeheid	ras																
vroeg	Agata	75,6	d	274	a	11,7	c	193,6	a	0,856	d	0,796	e	153,5	b	76,4	a
	Leoni	62,2	c	305	b	10,6	bc	192,5	a	0,845	d	0,770	de	151,6	b	70,5	a
	Biogold	71,8	d	359	e	14,2	d	266,9	d	0,829	cd	0,728	d	193,9	c	73,4	a
	Bionica	57,1	bc	343	de	10,8	bc	198,3	ab	0,849	d	0,743	de	146,9	b	73,6	a
middenvroeg	Fontane	52,0	ab	332	bcde	9,5	ab	223,5	bc	0,715	b	0,540	b	120,5	a	79,8	a
	Santé	64,0	c	335	cde	11,9	c	239,6	cd	0,793	c	0,612	c	144,8	b	82,2	a
laat	Terragold	60,2	c	310	bc	10,4	abc	235,3	c	0,727	b	0,535	b	124,8	a	83,7	a
	Agria	47,5	a	334	cde	8,8	a	190,4	a	0,726	b	0,591	bc	110,2	a	79,7	a
	Spirit	51,6	ab	318	bcd	9,1	ab	267,7	d	0,667	a	0,458	a	120,6	a	77,1	a
	KBV*	7,8		28		1,7		29,3		0,042		0,032		18,4		13,8	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2008, eind oogst (144 dagen na planten)

controle (0 kg N/ha)

N-gebruik in de teelt van aardappelen																	
		opbrengst			opbrengst droge stof			N opname			N in de						
vroegeheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		OWG	knol (ton/ha)		hele plant (kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		knol (kg/ha)		NUE _{knol}		
vroeg	Agata	56,6	b	341	a	10,6	ab	112,0	ab	1,000	b	1,000	b	112,0	abc	94,6	abc
	Leoni	41,7	a	386	ab	8,7	a	89,4	a	1,000	b	1,000	b	89,4	a	99,6	bcd
	Biogold	43,2	a	365	ab	8,7	a	109,0	a	0,962	ab	0,935	ab	98,1	ab	86,9	ab
	Bionica	40,5	a	380	ab	8,4	a	110,1	ab	0,993	b	0,991	b	100,6	ab	84,0	a
middenvroeg	Fontane	61,2	b	375	ab	12,5	b	104,5	a	0,993	b	0,985	b	103,0	ab	121,3	f
	Santé	60,6	b	393	ab	12,9	b	125,0	ab	0,994	b	0,989	b	123,7	abc	104,3	cde
laat	Terragold	73,7	cd	394	ab	15,9	c	161,4	bc	0,930	a	0,883	a	142,2	bc	113,6	ef
	Agria	63,9	bc	378	ab	12,0	b	116,5	ab	0,974	ab	0,964	ab	110,6	abc	109,7	def
	Spirit	75,3	d	423	b	18,3	c	186,2	c	0,931	a	0,860	a	159,7	c	114,9	ef
	KBV*	10,9		64		2,6		51,6		0,045		0,115		50,5		13,1	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2008, eind oogst (144 dagen na planten)

60 kg N/ha

N-gebruik in de teelt van aardappelen																		
		opbrengst				opbrengst droge stof				N				N in de				
		bruto				droge stof		opname						knol				
vroegeheid	ras	opbrengst		OWG		(ton/ha)		(kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		(kg/ha)		NUE _{knol}		
vroeg		Agata	57,7	bc	347	a	11,0	abc	132,7	ab	1,000	b	1,000	a	132,7	ab	83,8	a
		Leoni	44,3	a	363	a	8,8	a	104,0	a	0,992	b	0,986	a	91,5	a	97,2	bc
		Biogold	60,4	bc	394	a	12,9	bcd	154,7	ab	0,970	ab	0,956	a	146,1	b	88,5	ab
		Bionica	51,9	ab	367	a	10,5	ab	147,2	ab	0,992	b	0,986	a	135,1	ab	77,2	a
middenvroeg		Fontane	72,0	de	406	a	15,8	ef	150,1	ab	0,979	ab	0,960	a	144,0	b	109,8	cd
		Santé	64,5	cd	377	a	13,3	cde	126,6	ab	1,000	b	1,000	a	126,6	ab	107,4	cd
laat		Terragold	79,2	e	379	a	16,4	f	137,6	ab	0,979	ab	0,964	a	132,6	ab	124,8	e
		Agria	72,4	de	375	a	14,9	def	173,3	b	0,982	ab	0,975	a	168,3	b	89,0	ab
		Spirit	77,0	e	375	a	15,7	ef	151,4	ab	0,939	a	0,885	a	133,6	ab	117,9	de
		KBV*	10,9		64		2,6		51,6		0,045		0,115		50,5		13,1	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2008, eind oogst (144 dagen na planten)

210 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst		opbrengst droge stof knol				N opname hele plant				N in de knol				NUE _{knol}	
		(ton/ha)		OWG	(ton/ha)			(kg/ha)			HI (ds)	HI (N)	(kg/ha)				
vroeg	Agata	87,4	de	318	a	15,4	bc	250,0	b	1,000	d	1,000	d	250,0	c	62,9	abc
	Leoni	59,7	a	351	a	11,5	a	188,6	a	0,996	d	0,995	d	197,2	ab	58,2	a
	Biogold	75,8	c	375	a	15,4	bc	254,4	b	0,928	c	0,898	cd	225,8	abc	68,2	abcd
	Bionica	66,4	b	368	a	13,3	ab	220,5	ab	1,000	d	1,000	d	220,5	abc	60,4	ab
middenvroeg	Fontane	74,5	bc	366	a	15,0	b	250,5	b	0,915	c	0,838	bc	202,7	abc	74,1	cde
	Santé	77,5	cd	373	a	15,8	bc	221,4	ab	1,000	d	1,000	d	221,4	abc	72,0	cde
laat	Terragold	90,8	e	354	a	17,7	cd	307,2	c	0,870	b	0,751	b	228,0	bc	77,9	de
	Agria	85,0	cde	330	a	15,6	bc	235,2	ab	0,909	bc	0,839	bc	195,5	ab	81,4	e
	Spirit	102,4	f	326	a	18,5	d	252,5	b	0,782	a	0,287	a	177,3	a	77,0	de
	KBV*	10,9		64		2,6		51,6		0,045		0,115		50,5		13,1	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2009

controle (0 kg N/ha)

						opbrengst droge stof knol (ton/ha)		N opname hele plant (kg/ha)				N in de knol (kg/ha)					
vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		OWG						HI (ds)		HI (N)		NUE _{knol}			
vroeg	Agata	33,1	ab	323	a	5,9	ab	98,9	a	1,000	c	0,638	a	62,8	a	96,0	a
	Biogold	28,2	a	409	c	6,3	abc	103,3	a	0,989	c	0,672	a	68,6	a	91,6	a
	Bionica	28,5	a	373	b	5,8	a	91,7	a	0,897	b	0,706	a	64,5	a	90,0	a
middenvroeg	Fontane	33,4	ab	412	c	7,4	c	98	a	0,861	ab	0,615	a	59,9	a	124,4	c
laat	Agria	34,1	ab	398	c	7,4	c	90,3	a	0,850	a	0,736	a	65,8	a	112,0	b
	Terragold	35,9	b	357	b	7,0	bc	91,9	a	0,826	a	0,726	a	66,0	a	106,5	b
	KBV*	6.5		23		1.2		34.4		0.047		0.0675		19.8		10.4	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2009

60 kg/ha N

vroegheid	ras	bruto opbrengst				opbrengst droge stof		N opname		N in de				NUE _{knol}			
		(ton/ha)		OWG	knol (ton/ha)	hele plant (kg/ha)	HI (ds)	HI (N)	knol (kg/ha)								
vroeg	Agata	41,9	c	325	a	7,5	b	158,7	c	1,000	c	0,603	a	94	b	80,7	a
	Biogold	34,4	ab	410	cd	7,6	bc	153,1	bc	0,997	c	0,584	a	86	ab	89,2	a
	Bionica	29,3	a	361	b	5,8	a	109,1	a	0,895	b	0,663	a	70,7	a	82,8	a
middenvroeg	Fontane	35,1	ab	418	d	7,9	bc	110,4	a	0,841	a	0,686	a	75,3	ab	105,6	b
laat	Agria	39,5	bc	393	c	8,4	bc	119	ab	0,852	ab	0,683	a	81,4	ab	103,3	b
	Terragold	44,3	c	363	b	8,8	c	138,7	abc	0,847	a	0,638	a	86	ab	102,8	b
	KBV*	6,5		23		1,2		34,4		0,047		0,0675		19,8		10,4	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2009

210 kg/ha N

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		OWG		opbrengst droge stof knol (ton/ha)		N opname hele plant (kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		N in de knol (kg/ha)		NUE _{knol}
vroeg	Agata	45,7	a	304	a	7,7	a	208,3	c	0,996	d	0,63	ab	123,7	b	62,3 a
	Biogold	39,8	a	395	d	8,5	ab	204,5	c	1,000	d	0,609	a	119,5	b	71,7 ab
	Bionica	41,6	a	346	b	7,9	a	198,4	bc	0,885	c	0,621	ab	121,3	b	65,1 a
middenvroeg	Fontane	45,1	a	391	cd	9,6	b	177,6	abc	0,845	bc	0,673	ab	119,8	b	81,2 bc
laat	Agria	40,8	a	372	c	8,3	a	160,1	a	0,787	a	0,633	ab	99,4	a	83,1 c
	Terragold	55,4	b	333	b	10,2	c	170	ab	0,833	b	0,754	b	127,5	b	80,4 bc
	KBV*	6,5		23		1,2		34,4		0,047		0,0675		19,8		10,4

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verskil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbeijk 2009, derde oogst (91 dagen na planten)

controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		OWG		opbrengst droge stof knol (ton/ha)		N opname hele plant (kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		N in de knol (kg/ha)		NUE _{knol}
vroeg	Agata	37,1	b	339	a	6,7	ab	84	a	0,868	c	0,720	c	60,4	a	111,2 a
	Biogold	29,1	a	448	d	6,8	ab	82,9	a	0,911	d	0,815	d	67,7	a	105,0 a
	Bionica	29,3	a	408	bc	6,3	a	83,5	a	0,851	bc	0,715	bc	59,8	a	104,8 a
middenvroeg	Fontane	34,1	ab	456	d	8,0	bc	114,1	a	0,827	ab	0,648	ab	74,2	a	113,1 a
laat	Agria	33,4	ab	419	c	7,3	ab	99,1	a	0,803	a	0,619	a	61,9	a	121,4 a
	Terragold	44,0	c	384	b	8,9	c	116,3	a	0,824	ab	0,644	a	75,0	a	119,3 a
	KBV*	6,8		26		1,6		36,1		0,030		0,012		33,8		31,0

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verskil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2009, derde oogst (91 dagen na planten)

60 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		OWG		opbrengst droge stof knol (ton/ha)		N opname hele plant (kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		N in de knol (kg/ha)		NUE _{knol}
vroeg	Agata	52,3	c	334	a	9,3	bc	125,1	a	0,884	c	0,785	b	98,6	ab	97,2 a
	Biogold	36,6	ab	442	d	8,4	b	120,8	a	0,900	c	0,818	b	99,1	ab	88,7 a
	Bionica	32,2	a	364	b	6,2	a	100,9	a	0,809	b	0,673	a	67,7	a	92,5 a
middenvroeg	Fontane	41,2	b	440	d	9,4	bc	163,1	b	0,765	a	0,633	a	104,0	b	93,8 a
laat	Agria	40,1	b	408	c	8,6	b	134,2	ab	0,788	ab	0,663	a	89,0	ab	97,0 a
	Terragold	52,5	c	370	b	10,2	c	166,8	b	0,793	ab	0,643	a	107,8	b	99,0 a
	KBV*	6,8		26		1,6		36,1		0,030		0,012		33,8		31,0

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2009, derde oogst (91 dagen na planten)

210 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		OWG		opbrengst droge stof knol (ton/ha)		N opname hele plant (kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		N in de knol (kg/ha)		NUE _{knol}
vroeg	Agata	54,8	c	315	a	9,3	bc	165,0	a	0,836	d	0,723	d	120,5	bc	82,9 a
	Biogold	47,5	ab	411	c	10,2	c	184,2	ab	0,872	e	0,750	d	138,7	c	77,0 a
	Bionica	44,9	a	358	b	8,5	ab	180,8	ab	0,815	d	0,640	bc	116,4	abc	73,2 a
middenvroeg	Fontane	44,7	a	427	c	9,9	bc	162,3	a	0,750	c	0,586	b	84,6	a	93,4 a
laat	Agria	42,7	a	348	b	7,5	a	211,8	bc	0,646	a	0,449	a	97,9	ab	80,6 a
	Terragold	52,5	bc	341	ab	9,5	bc	235,4	c	0,720	b	0,515	a	121,2	bc	79,6 a
	KBV*	6,8		26		1,6		36,1		0,030		0,012		33,8		31,0

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2009, eind oogst (139 dagen na planten)

controle (0 kg N/ha)

vroegeheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		OWG		opbrengst droge stof knol (ton/ha)		N opname hele plant (kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		N in de knol (kg/ha)		NUE _{knol}
vroeg	Agata	54,6	b	324	a	9,8	ab	120,1	abc	1,000	b	0,804	c	96,5	ab	100,9 a
	Biogold	31,9	a	416	cd	7,2	a	86,8	a	1,000	b	0,826	c	71,7	a	100,2 a
	Bionica	39,2	a	360	b	7,7	a	108,4	ab	1,000	b	0,781	bc	84,7	ab	91,4 a
middenvroeg	Fontane	53,7	b	492	e	14,1	c	148,6	c	0,927	a	0,732	ab	108,7	b	130,8 c
laat	Agria	51,1	b	439	d	12,0	bc	134,2	bc	0,923	a	0,714	a	97,1	ab	126,5 c
	Terragold	56,9	b	386	bc	11,9	bc	144,2	bc	0,929	a	0,712	a	102,9	ab	117,2 b
	KBV*	11,6		32		2,7		36,2		0,038		0,056		32,2		12,2

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2009, eind oogst (139 dagen na planten)

60 kg N/ha

vroegeheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		OWG		opbrengst droge stof knol (ton/ha)		N opname hele plant (kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		N in de knol (kg/ha)		NUE _{knol}
vroeg	Agata	62,9	c	314	a	10,9	b	149,5	ab	1,000	c	0,821	b	123,0	b	89,0 a
	Biogold	44,4	ab	413	c	9,9	ab	136	ab	1,000	c	0,842	b	114,3	ab	86,9 a
	Bionica	36,5	a	379	b	7,5	a	116,1	a	1,000	c	0,713	a	83,0	a	92,3 a
middenvroeg	Fontane	62,7	c	461	d	15,5	c	202,3	c	0,912	ab	0,708	a	143,2	bc	108,0 b
laat	Agria	54,6	bc	428	c	12,5	b	159,8	b	0,892	a	0,705	a	114,6	ab	110,1 b
	Terragold	81,3	d	380	b	16,8	c	211,6	c	0,937	b	0,722	a	152,6	c	109,8 b
	KBV*	11,6		32		2,7		36,2		0,038		0,056		32,2		12,2

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2009, eind oogst (139 dagen na planten)

210 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		OWG		opbrengst droge stof knol (ton/ha)		N opname hele plant (kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		N in de knol (kg/ha)		NUE _{knol}
vroeg	Agata	72,2	b	290	a	11,6	a	217,1	a	1,000	c	0,792	d	172,7	ab	68,3 a
	Biogold	52,0	a	392	c	11,1	a	210,7	a	1,000	c	0,783	d	165,3	ab	67,0 a
	Bionica	50,3	a	340	b	9,4	a	209	a	1,000	c	0,689	bc	144,6	a	65,1 a
middenvroeg	Fontane	74,3	b	486	d	19,3	b	274,7	b	0,909	b	0,718	c	197,0	bc	98,2 b
laat	Agria	80,3	bc	397	c	17,0	b	311,2	c	0,821	a	0,632	a	197,3	bc	86,3 b
	Terragold	89,2	c	367	bc	18,0	b	323,6	c	0,876	b	0,642	ab	209,4	c	87,2 b
	KBV*	11,6		32		2,7		36,2		0,038		0,056		32,2		12,2

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2010

controle (0 kg N/ha)

concentratie (g/kg knol)																	
vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		OWG	opbrengst droge stof knol (ton/ha)		N opname hele plant (kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		N in de knol (kg/ha)		NUE _{knol}		
vroeg	Agata	29,8	cde	273	a	4,6	ab	67,9	abcd	0,920	abcd	0,981	e	66,6	bcdefg	68,6	a
	Biogold	29,7	cde	380	fgh	6,2	defg	83,3	cd	0,877	a	0,976	e	81,3	g	75,4	ab
	Bionica	30,0	cde	345	cde	5,7	bcdef	86,1	d	0,929	abcd	0,939	de	80,3	f	71,2	a
	Campina	30,5	cde	302	b	5,1	bcd	71,3	abcd	0,946	abcd	0,943	de	66,8	bcdefg	77,1	ab
	Marabel	30,8	cde	331	c	5,6	bcdef	80,3	bcd	0,885	ab	0,966	e	77,9	efg	73,2	a
	VR01-316	19,7	a	361	defg	3,9	a	54,1	a	0,944	abcd	0,967	e	52,5	ab	74,1	ab
middenvroeg	Fontane	30,1	cde	391	h	6,4	efg	70,0	abcd	0,954	abcd	0,923	cde	64,0	bcde	100,6	ef
	Musica	33,8	de	350	cde	6,5	fg	71,1	abcd	0,985	d	0,963	e	68,4	cdefg	95,8	de
	Santé	29,6	cde	383	gh	6,2	defg	72,5	abcd	0,944	abcd	0,911	bcde	66,0	bcdef	93,5	cde
	Toluca	30,4	cde	353	cde	5,9	cdefg	83,4	cd	0,968	cd	0,937	cde	77,4	defg	77,0	ab
	Connect	31,8	cde	380	fgh	6,6	fg	71,9	abcd	0,983	d	0,802	ab	56,0	abc	118,3	g
	YP03-3	31,4	cde	364	efgh	6,3	defg	72,2	abcd	0,944	abcd	0,952	de	68,5	cdefg	91,3	cde
laat	Agria	29,4	cde	382	fgh	6,1	defg	73,0	bcd	0,965	bcd	0,792	a	56,0	abc	108,4	fg
	Mozart	28,5	cd	338	cd	5,4	bcdef	73,9	bcd	0,897	abc	0,827	abc	60,4	bcd	88,0	cd
	Spirit	26,8	bc	356	cdef	5,2	bcde	63,9	ab	0,956	abcd	0,925	cde	58,4	abcd	89,3	cd
	Terragold	35,7	e	338	cd	6,7	g	74,9	bcd	0,893	abc	0,957	e	71,3	defg	94,2	cde
	Valor	25,8	abc	344	cde	4,9	abc	66,3	abc	0,985	d	0,891	abcde	57,7	abcd	84,6	bc
	Voyager	20,5	ab	350	cde	3,9	a	53,8	a	0,911	abcd	0,844	abcd	43,9	a	91,9	cde
KBV*		6,4		27		1,3		18,9		0,082		0,111		15,0		10,7	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2010

60 kg N/ha

		bruto opbrengst		opbrengst droge stof		N opname						N in de					
vroegheid	ras	(ton/ha)		OWG		knol (ton/ha)	hele plant (kg/ha)			HI (ds)	HI (N)		knol (kg/ha)		NUE _{knol}		
vroeg	Agata	29,2	bc	286	a	4,6	ab	61,1	ab	0,976	b	0,969	c	61,2	b	75,2	bcd
	Biogold	30,5	cd	390	f	6,5	efghi	86,1	def	0,942	ab	0,979	c	84,3	ef	77,0	bcde
	Bionica	30,9	cd	339	bc	5,8	def	88,9	ef	0,959	ab	0,972	c	86,5	f	66,7	a
	Campina	31,5	cd	275	a	4,9	bc	79,1	cde	0,936	ab	0,943	bc	74,7	cde	65,3	a
	Marabel	38,3	f	341	bcd	7,2	ij	102,9	g	0,952	ab	0,967	c	99,3	g	72,5	abc
	VR01-316	25,0	ab	358	de	4,9	bc	72,3	bc	0,939	ab	0,959	c	69,1	bc	70,8	ab
middenvroeg	Fontane	31,7	cd	414	g	7,1	ij	81,3	cde	0,970	b	0,911	bc	73,0	cd	98,2	i
	Musica	36,9	ef	343	bcd	7,0	ij	87,8	def	0,941	ab	0,965	c	84,5	ef	82,3	def
	Santé	31,5	cd	384	f	6,6	ghi	83,3	cdef	0,934	ab	0,943	bc	78,4	cdef	83,6	efgh
	Toluca	30,9	cd	350	bcd	5,9	defg	86,4	def	0,963	ab	0,970	c	83,8	ef	71,4	ab
	Connect	36,7	ef	374	ef	7,5	j	95,2	fg	0,933	ab	0,808	a	76,2	cdef	98,5	i
	YP03-3	34,5	def	357	cde	6,7	hij	81,5	cde	0,964	ab	0,949	bc	76,8	cdef	88,7	fgh
laat	Agria	32,0	cd	374	ef	6,5	fghi	79,1	cde	0,903	a	0,903	bc	71,8	cd	91,0	hi
	Mozart	33,2	cde	333	b	6,1	defgh	85,9	def	0,965	ab	0,914	bc	77,3	cdef	79,4	cde
	Spirit	29,4	bc	347	bcd	5,6	cd	75,2	cd	0,944	ab	0,930	bc	69,5	bc	80,2	de
	Terragold	38,6	f	339	bc	7,2	ij	92,1	efg	0,957	ab	0,877	ab	80,2	def	90,0	gh
	Valor	30,5	cd	339	bc	5,7	def	81,4	cde	0,940	ab	0,873	ab	68,9	bc	83,0	efg
	Voyager	20,8	a	332	b	3,8	a	55,5	a	0,918	ab	0,873	ab	47,2	a	80,1	de
KBV*		4,5		19		0,9		13,4		0,067		0,079		10,6		7,5	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenburg 2010

controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		OWG		opbrengst droge stof knol (ton/ha)		N opname hele plant (kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		N in de knol (kg/ha)		NUE _{knol}	
vroeg	Agata	19,9	abc	290	a	3,2	a	49,5	a	0,938	g	0,926	f	45,7	ab	70,5	ab
	Biogold	16,6	a	394	i	3,6	a	59,6	ab	0,874	fg	0,835	de	49,5	abcd	72,5	ab
	Bionica	23,1	abcde	344	cde	4,4	abc	78,6	bcd	0,852	def	0,826	de	64,4	cdefg	68,1	a
	Campina	24,9	bcde	305	ab	4,2	abc	74,1	bcd	0,785	cd	0,758	bcd	58,0	bcdef	72,4	ab
	Marabel	20,7	abc	337	cd	3,8	ab	63,3	abc	0,872	efg	0,832	de	52,9	abcde	73,1	ab
	VR01-316	18,7	ab	363	efgh	3,7	a	53,7	a	0,878	fg	0,873	ef	46,9	abc	79,1	bcd
middenvroeg	Fontane	29,5	efgh	404	i	6,5	ef	99,0	efg	0,782	cd	0,702	ab	69,1	efg	93,6	ef
	Musica	32,0	fgh	361	efg	6,3	def	91,9	defg	0,798	cde	0,789	cd	72,7	fg	86,9	de
	Santé	33,1	gh	386	hi	6,9	f	109,1	g	0,737	bc	0,697	ab	76,7	g	91,5	ef
	Toluca	28,2	defg	356	def	5,5	cde	101,7	fg	0,773	c	0,725	abc	73,8	fg	75,0	abc
	Connect	34,0	gh	370	fgh	6,9	f	88,2	def	0,690	ab	0,727	abc	64,0	cdefg	107,4	g
	YP03-3	26,1	cdef	350	def	5,0	bc	88,0	def	0,753	bc	0,668	a	59,5	bcdefg	85,3	cde
laat	Agria	33,4	gh	384	ghi	7,0	f	102,0	fg	0,793	cd	0,721	abc	73,7	fg	95,3	ef
	Mozart	28,3	defg	322	bc	5,1	bcd	90,8	defg	0,754	bc	0,644	a	58,5	bcdef	86,6	de
	Spirit	28,3	defg	332	cd	5,2	cd	100,0	efg	0,725	bc	0,651	a	65,4	defg	80,2	bcd
	Terragold	35,8	h	350	def	6,9	f	100,5	fg	0,752	bc	0,680	ab	68,3	efg	100,9	fg
	Valor	22,9	abcd	336	cd	4,3	abc	81,0	cde	0,624	a	0,663	a	53,7	abcde	79,4	bcd
	Voyager	18,6	ab	336	cd	3,4	a	63,3	abc	0,732	bc	0,673	a	40,1	a	86,0	de
KBV*		6,5		25		1,3		19,2		0,076		0,085		17,7		10,6	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenburg 2010

60 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst		OWG	opbrengst droge stof knol		N opname hele plant		HI (ds)		HI (N)		N in de knol		NUE _{knol}		
		(ton/ha)			(ton/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)										
vroeg	Agata	32,6	def	276	a	5,1	ab	88,3	ab	0,924	i	0,926	i	82,0	cd	61,7	a
	Biogold	23,1	a	373	g	4,7	a	78,1	a	0,897	hi	0,867	ghi	67,7	ab	69,6	bcd
	Bionica	31,9	de	352	f	6,2	cd	107,0	cdef	0,873	ghi	0,850	fgh	90,9	defg	68,0	abc
	Campina	36,7	fg	296	b	6,1	cd	98,5	bc	0,831	fg	0,850	fgh	84,0	cde	72,9	cde
	Marabel	28,3	bcd	330	de	5,2	ab	101,1	bcd	0,824	fg	0,812	cdefg	82,2	cd	63,0	ab
	VR01-316	26,7	abc	345	ef	5,1	ab	84,5	a	0,856	gh	0,887	hi	74,9	bc	67,7	abc
middenvroeg	Fontane	36,9	fg	391	h	7,8	f	115,7	efg	0,821	efg	0,806	bcdef	93,5	defg	85,6	g
	Musica	40,5	ghi	340	def	7,5	ef	116,0	efg	0,797	def	0,821	efg	95,5	efg	79,4	efg
	Santé	38,7	gh	378	gh	8,0	f	127,7	g	0,771	cde	0,761	bcd	97,3	fg	82,6	fg
	Toluca	31,1	cd	338	def	5,8	bc	114,3	defg	0,764	bcd	0,751	ab	85,7	cdef	67,5	abc
	Connect	42,8	hi	350	f	8,2	f	108,2	cdef	0,716	ab	0,819	defg	88,7	defg	93,2	h
	YP03-3	43,6	i	327	cd	7,9	f	124,8	g	0,798	def	0,791	bcdef	99,2	g	80,4	fg
laat	Agria	40,2	ghi	347	ef	7,7	f	115,1	efg	0,739	bc	0,782	bcde	90,0	defg	84,7	g
	Mozart	36,1	efg	313	c	6,3	cd	104,7	cde	0,757	bcd	0,699	a	73,7	bc	85,9	gh
	Spirit	37,5	g	331	de	6,8	de	119,9	fg	0,727	abc	0,747	ab	90,1	defg	76,3	def
	Terragold	42,9	hi	331	de	7,8	f	125,5	g	0,737	bc	0,754	abc	95,0	efg	83,3	fg
	Valor	31,2	cd	333	de	5,8	bc	108,5	cdef	0,682	a	0,755	abc	81,6	cd	71,5	cd
	Voyager	25,1	ab	347	ef	4,8	a	79,1	a	0,756	bcd	0,756	abc	59,9	a	79,8	efg
KBV*		4,6		17		0,9		13,6		0,053		0,060		12,5		7,5	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2011

controle (0 kgN/ha)

		bruto opbrengst		opbrengst		droge stof		N opname				N in de					
vroegheid	ras	(ton/ha)		OWG		(ton/ha)		(kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		(kg/ha)		NUE _{knol}	
vroeg	Agata	30,9	def	310	a	5,4	bcd	93,7	ab	0,850	e	0,814	g	76,2	cd	70,8	a
	Biogold	21,1	ab	410	hi	4,7	ab	79,7	ab	0,850	e	0,803	g	63,9	abcd	72,6	ab
	Bionica	23,4	abcd	388	efg	5,0	abcd	88,1	ab	0,822	de	0,752	fg	65,4	abcd	75,7	abc
	Campina	32,7	f	307	a	5,6	bcd	109	ab	0,787	bcd	0,692	cdef	74,6	bcd	75,0	abc
	Marabel	24,1	abcd	346	bc	4,6	ab	94,3	ab	0,757	bc	0,686	cdef	63,5	abcd	72,1	ab
middenvroeg	Fontane	27,4	bcdef	465	j	5,9	bcd	91,8	ab	0,795	cde	0,695	def	63,1	abcd	90,5	de
	Musica	26,6	bcdef	375	def	5,5	bcd	90,8	ab	0,818	de	0,711	ef	63,0	abcd	86,4	cde
	Santé	26,2	abcdef	397	ghi	5,7	bcd	88,3	ab	0,813	cde	0,661	bcde	58,7	abc	96,7	e
	Sarpo Mira	21,0	ab	416	i	4,7	ab	118,2	b	0,689	a	0,539	a	62,8	abcd	75,1	abc
	Toluca	29,5	cdef	402	ghi	6,4	cd	105,5	ab	0,820	de	0,716	ef	75,5	bcd	84,9	cd
	Connect	24,1	abcd	410	hi	5,4	abcd	98,0	ab	0,775	bcd	0,594	ab	58,3	abc	91,6	de
	YP03-3	18,8	a	356	bcd	3,7	a	72,7	a	0,825	de	0,716	ef	52,1	a	70,7	a
laat	Agria	21,9	abc	413	hi	4,9	abc	87,4	ab	0,773	bcd	0,626	bcd	55,1	ab	89,8	de
	Mozart	24,7	abcde	367	cde	5,0	abcd	98,7	ab	0,760	bc	0,610	abc	59,9	abcd	83,2	bcd
	Spirit	22,6	abc	392	fgh	4,8	abc	105,2	ab	0,793	cde	0,643	bcde	67,4	abcd	71,5	a
	Terragold	26,2	abcdef	382	efg	5,4	bcd	106,5	ab	0,783	bcd	0,620	abcd	66,2	abcd	82,0	abcd
	Valor	25,9	abcdef	335	b	4,8	abc	102,5	ab	0,730	ab	0,593	ab	61,3	abcd	78,0	abc
	Voyager	32,0	ef	375	def	6,6	d	119,2	b	0,786	bcd	0,667	bcde	79,8	d	80,8	abcd
	KBV*	7,7		21,7		1,7		39,7		0,058		0,043		21,1		11,5	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2011

60 kg N/ha

		bruto opbrengst		OWG		opbrengst droge stof knol		N opname hele plant						N in de knol			
vroegheid	ras	(ton/ha)				(ton/ha)		(kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		(kg/ha)		NUE _{knol}	
vroeg	Agata	34,8	cd	302	a	5,9	abc	108,1	ab	0,849	e	0,813	g	87,3	bcde	67,0	a
	Biogold	24,9	ab	403	f	5,4	abc	100,1	a	0,838	de	0,742	fg	72,9	abc	75,6	abcdef
	Bionica	30,2	abcd	394	ef	6,5	bcde	127,3	abcd	0,800	bcde	0,720	ef	92,1	cde	71,9	abcde
	Campina	34,7	cd	309	a	6,0	abcd	119,5	abcd	0,776	bc	0,672	cdef	81,0	abcde	74,9	abcdef
	Marabel	29,3	abcd	342	bc	5,5	abc	119	abcd	0,780	bc	0,689	cdef	81,7	bcde	67,3	ab
middenvroeg	Fontane	31,5	bcd	448	g	7,6	de	139,2	abcd	0,784	bcd	0,645	bcde	91,0	cde	82,6	defg
	Musica	29,9	abcd	380	de	6,2	abcde	109,9	ab	0,794	bcde	0,698	def	75,4	abcd	82,2	defg
	Santé	31,5	bcd	402	f	6,8	bcde	122,9	abcd	0,805	bcde	0,674	cdef	82,6	bcde	83,0	efg
	Sarpo Mira	23,5	a	412	f	5,2	ab	151,3	cd	0,651	a	0,472	a	69,0	ab	76,0	abcdefg
	Toluca	29,3	abcd	375	de	6,0	abcd	112,2	abc	0,786	bcd	0,682	cdef	77,2	abcd	78,4	abcdefg
	Connect	35,8	d	405	f	7,9	e	157,6	d	0,793	bcde	0,645	bcde	101,8	e	77,6	abcdefg
	YP03-3	27,5	abc	361	cd	5,5	abc	109,5	ab	0,814	cde	0,697	def	75,7	abcd	70,5	abc
laat	Agria	34,8	cd	410	f	7,7	e	134,2	abcd	0,802	bcde	0,694	def	94,6	de	81,4	cdefg
	Mozart	24,2	ab	343	bc	4,5	a	107,9	a	0,756	b	0,561	b	60,5	a	77,5	abcdefg
	Spirit	30,9	abcd	395	ef	6,7	bcde	147,1	bcd	0,758	bc	0,575	b	84,2	bcde	78,7	bcdefg
	Terragold	31,4	bcd	396	ef	6,8	bcde	128,1	abcd	0,783	bcd	0,609	bc	78,0	abcd	87,3	g
	Valor	30,5	abcd	335	b	5,6	abc	124,8	abcd	0,759	bc	0,643	bcde	79,3	abcd	71,4	abcd
	Voyager	35,1	cd	361	cd	7,0	cde	132,8	abcd	0,795	bcde	0,621	bcd	82,2	bcde	83,8	fg
	KBV*	7,7		21,7		1,7		39,7		0,058		0,043		21,1		11,5	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2011

210 kg N/ha

		bruto opbrengst		opbrengst		droge stof		N opname				N in de					
vroegheid	ras	(ton/ha)		OWG		(ton/ha)		(kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		(kg/ha)		NUE _{knol}	
vroeg	Agata	39,6	abcde	294	a	6,5	a	144,3	a	0,803	d	0,712	h	102,8	abcd	63,6	abc
	Biogold	34,2	ab	398	f	7,3	abcd	176,7	abc	0,807	d	0,658	fgh	115,2	bcdef	64,7	abc
	Bionica	35,3	abc	374	de	7,2	abcd	196,2	cde	0,767	bcd	0,631	defgh	123,8	defg	58,0	a
	Campina	42,8	cde	289	a	6,9	ab	195,7	cde	0,764	bcd	0,591	cdefg	115,5	bcdefg	60,0	ab
	Marabel	35,8	abcd	338	bc	6,7	ab	151,0	ab	0,776	cd	0,669	gh	102,4	abc	65,6	abcd
middenvroeg	Fontane	42,1	cde	426	g	9,6	ef	201,0	cde	0,802	d	0,626	defg	125,8	efg	77,1	def
	Musica	44,5	e	365	de	8,9	de	205,7	cde	0,787	cd	0,600	cdefg	123,0	cdefg	72,5	cdef
	Santé	42,5	cde	382	ef	8,8	de	184,6	bcd	0,792	d	0,582	cdef	107,4	abcde	82,3	f
	Sarpo Mira	32,6	a	401	f	7,1	abc	231,7	ef	0,654	a	0,383	a	88,7	a	79,7	ef
	Toluca	41,7	bcde	361	de	8,2	bcde	184,3	bcd	0,797	d	0,644	efgh	117,7	cdefg	70,5	bcde
	Connect	55,2	f	366	de	11,0	f	283,4	g	0,750	bcd	0,574	cdef	161,4	h	68,3	abcde
	YP03-3	35,5	abc	362	de	7,0	ab	153,4	ab	0,791	d	0,623	defg	95,4	ab	74,1	cdef
laat	Agria	45,5	e	382	ef	9,5	ef	225,6	ef	0,790	cd	0,620	defg	136,3	g	69,5	abcde
	Mozart	43,3	de	336	b	8,0	abcde	248,3	fg	0,717	b	0,475	b	117,0	cdefg	69,4	abcde
	Spirit	42,8	cde	374	de	8,7	cde	285,4	g	0,712	b	0,476	b	131,3	fg	66,5	abcd
	Terragold	46,5	e	370	de	9,4	ef	220,3	def	0,783	cd	0,570	cde	125,1	efg	76,0	def
	Valor	45,0	e	325	b	8,1	abcde	222,8	def	0,715	b	0,522	bc	116,4	bcdefg	70,8	bcde
	Voyager	39,2	abcde	359	cd	7,7	abcd	201,6	cde	0,733	bc	0,552	bcd	106,2	abcde	73,7	cdef
	KBV*	7,7		21,7		1,7		39,7		0,058		0,043		21,1		11,5	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenburg 2011

controle (0 kg N/ha)

		bruto opbrengst		opbrengst		droge stof		N opname				N in de					
vroegheid	ras	opbrengst		OWG		knol		hele plant		HI (ds)		HI (N)		knol		NUE _{knol}	
		(ton/ha)				(ton/ha)		(kg/ha)						(kg/ha)			
vroeg	Agata	45,9	cd	271	a	7,0	bcd	122,4	a	0,795	def	0,715	fgh	87,9	bc	80,2	ab
	Biogold	40,0	bc	376	i	8,2	defgh	141,3	a	0,800	def	0,671	cdefg	104,3	cde	79,6	ab
	Bionica	45,6	cd	325	efg	8,2	defgh	139,5	a	0,810	ef	0,702	efgh	98	cde	84,2	abcde
	Campina	54,7	ef	292	bc	8,9	ghi	153,0	a	0,822	f	0,736	gh	111,9	de	81,2	abc
	Marabel	43,7	cd	317	def	7,6	cdefg	120,9	a	0,808	def	0,792	h	92,4	bcd	83,5	abcd
middenvroeg	Fontane	45,7	cd	371	i	9,2	hi	135,7	a	0,800	def	0,643	cdefg	87,4	bc	109,1	i
	Musica	56,8	f	308	cde	9,7	i	160,6	a	0,807	def	0,733	fgh	117,7	e	83,6	abcd
	Santé	48,0	de	337	gh	8,9	ghi	127,3	a	0,781	cdef	0,736	gh	90,3	bcd	98,6	fghi
	Sarpo Mira	27,2	a	324	efg	4,9	a	140,7	a	0,579	a	0,409	a	56,5	a	86,5	abcdef
	Toluca	45,8	cd	343	h	8,6	fghi	146,3	a	0,801	def	0,697	defgh	101,8	cde	85,4	abcde
	Connect	41,3	bcd	305	cd	7,1	bcde	140,7	a	0,687	b	0,593	bcd	82	bc	86,8	abcdef
	YP03-3	44,9	cd	343	h	8,5	efghi	134,5	a	0,788	def	0,665	cdefg	89,3	bcd	95,5	defgh
laat	Agria	41,7	cd	362	i	8,2	defgh	138,0	a	0,744	bcde	0,603	bcde	84,1	bc	102,1	ghi
	Mozart	43,1	cd	310	cdef	7,4	bcdef	134,9	a	0,756	cdef	0,632	cdef	84,1	bc	89,2	bcdef
	Spirit	33,0	ab	342	gh	6,2	ab	117,2	a	0,741	bcd	0,600	bcde	71,2	ab	93,1	cdefg
	Terragold	41,6	cd	327	fgh	7,6	bcdefg	142,5	a	0,720	bc	0,525	b	71,7	ab	105,8	hi
	Valor	39,5	bc	283	ab	6,3	abc	150,4	a	0,682	b	0,569	bc	84,4	bc	75,5	a
	Voyager	47,7	de	325	efg	8,6	fghi	151,7	a	0,746	bcde	0,595	bcd	90,8	bcd	96,8	efghi
	KBV*	7,6		18		1,5		44,0		0,068		0,104		22,9		12,7	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenburg 2011

60 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		OWG		opbrengst droge stof knol (ton/ha)		N opname hele plant (kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		N in de knol (kg/ha)		NUE (tuber)	
vroeg	Agata	55,5	h	272	a	8,6	de	172,6	abc	0,794	cd	0,702	fghi	121,5	fg	70,6	ab
	Biogold	46,5	defg	382	i	9,7	ef	164,0	abc	0,834	d	0,751	i	123,4	fg	78,6	abcde
	Bionica	50,6	efgh	328	fgh	9,2	de	174,6	abc	0,806	cd	0,722	hi	126,1	g	72,8	abc
	Campina	54,2	h	277	ab	8,4	de	156,4	abc	0,772	bcd	0,686	efghi	107,4	efg	78,9	abcde
	Marabel	48,5	efgh	310	cde	8,4	de	157,1	abc	0,800	cd	0,711	ghi	111,7	efg	75,0	abcd
middenvroeg	Fontane	53,2	gh	371	i	10,8	f	166,1	abc	0,835	d	0,698	efghi	116,4	efg	93,4	fg
	Musica	54,6	h	309	cde	9,4	ef	166,7	abc	0,800	cd	0,647	cdefghi	107,2	efg	88,6	efg
	Santé	43,5	cde	322	defg	7,7	cd	140,6	ab	0,747	bc	0,607	cdef	83,8	abcd	92,8	fg
	Sarpo Mira	28,9	a	338	gh	5,4	ab	168,3	abc	0,571	a	0,414	a	63,9	a	85,0	cdefg
	Toluca	50,1	efgh	333	gh	9,2	e	174,3	abc	0,798	cd	0,688	efghi	120,4	fg	77,3	abcde
	Connect	38,5	bc	292	bc	6,3	abc	165,3	abc	0,624	a	0,492	ab	82,3	abc	77,3	abcde
	YP03-3	49,6	efgh	325	efg	8,9	de	188,7	c	0,710	b	0,544	bc	101,7	cdef	87,9	efg
laat	Agria	52,0	fgh	329	fgh	9,5	ef	180,8	bc	0,742	bc	0,612	cdefg	109,8	efg	86,2	defg
	Mozart	39,6	bcd	305	cd	6,7	bc	136,8	a	0,742	bc	0,596	bcde	81,5	abc	82,8	bcdefg
	Spirit	45,1	cdef	344	h	8,5	de	164,0	abc	0,764	bc	0,662	defghi	108,6	efg	80,9	bcdef
	Terragold	51,7	fgh	305	cd	8,8	de	175,3	abc	0,725	b	0,559	bcd	94,2	bcde	93,7	g
	Valor	34,1	ab	265	a	5,1	a	182,9	bc	0,561	a	0,429	a	76,5	ab	67,2	a
	Voyager	48,3	efgh	313	def	8,4	de	170,5	abc	0,746	bc	0,624	cdefgh	106,1	defg	80,2	bcde
	KBV*	7,6		18		1,5		44,0		0,068		0,104		22,9		12,7	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenburg 2011

210 kg N/ha

vroegheid	ras	bruto opbrengst (ton/ha)		OWG		opbrengst droge stof knol (ton/ha)		N opname hele plant (kg/ha)		HI (ds)		HI (N)		N in de knol (kg/ha)		NUE (tuber)	
vroeg	Agata	65,7	h	249	a	9,4	ghij	211,1	ab	0,781	fg	0,681	j	143,7	gh	64,9	ab
	Biogold	54,2	ef	347	i	10,3	ij	242,9	abc	0,802	g	0,661	ij	160,4	h	64,5	ab
	Bionica	59,6	fgh	326	h	10,8	j	239,8	abc	0,782	fg	0,630	ij	149,9	gh	72,0	bcd
	Campina	56,7	efg	264	ab	8,5	efgh	228,5	abc	0,735	defg	0,642	ij	146,5	gh	58,4	a
	Marabel	53,4	ef	299	defg	8,9	fghi	222,6	abc	0,756	efg	0,591	hij	131,4	efg	68,0	abcd
middenvroeg	Fontane	50,4	de	329	h	9,2	fghi	211,7	ab	0,751	efg	0,557	fghi	117,0	def	78,8	cd
	Musica	63,9	gh	275	bc	9,9	hij	243,0	abc	0,724	def	0,585	hij	143,0	gh	70,2	abcd
	Santé	50,2	de	316	gh	8,8	fgh	214,8	ab	0,672	cd	0,571	ghi	111,3	cde	79,7	d
	Sarpo Mira	24,0	a	306	fg	4,1	a	246,0	abc	0,399	a	0,241	a	56,0	a	72,5	bcd
	Toluca	55,1	ef	315	gh	9,6	hij	217,0	ab	0,759	efg	0,642	ij	139,7	fg	69,4	abcd
	Connect	37,4	b	273	bc	5,8	bc	253,2	bc	0,508	b	0,338	abc	83,6	b	69,4	abcd
	YP03-3	41,9	bc	296	def	7,0	cd	217,8	ab	0,613	c	0,468	defg	99,9	bcd	69,8	abcd
laat	Agria	50,3	de	303	efg	8,5	efgh	267,0	cd	0,675	cd	0,501	defgh	133,4	efg	66,3	abc
	Mozart	45,3	cd	286	cde	7,3	de	205,9	a	0,709	de	0,519	efgh	107,0	cd	67,7	abcd
	Spirit	45,1	cd	315	gh	7,9	def	250,5	bc	0,634	c	0,465	def	115,8	de	68,3	abcd
	Terragold	50,8	de	283	cd	8,1	defg	262,5	cd	0,640	c	0,435	cde	112,9	cde	72,0	bcd
	Valor	36,1	b	265	ab	5,4	ab	292,5	d	0,522	b	0,325	ab	92,4	bc	58,7	a
	Voyager	43,3	bcd	296	def	7,2	cde	245,1	abc	0,608	c	0,410	bcd	98,7	bcd	72,8	bcd
	KBV*	7,6		18		1,5		44,0		0,068		0,104		22,9		12,7	

* KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil, P<0,05

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Bijlage 5: De correlatiecoëfficiënt R^2 bij exponentiële en lineaire regressie tussen de hoeveelheid stikstof in de knol en de drogestofopbrengst in de knol, met en zonder groep bij alle stikstofgiften (0, 60 en 210 kg/ha) en bij de lage stikstofgiften (0 en 60 kg/ha).

Alle stikstofbehandelingen
exponentieel $y=a+br^x$

Jaar	Locatie	groeps-factor vroegheid	R^2	met groep constante parameters apart	met groep lineaire parameters apart	met groep alle parameters apart
				R^{2***}	R^{2***}	R^{2***}
2008	D	alle*	0,19***	0,37***	ns*	ns
		vroeg**	0,29***			
		midden**	ns			
		laat**	0,14*			
	G	alle	0,30***	0,42***	ns	ns
		vroeg	0,73***			
		midden	ns			
		laat	0,15*			
2009	D	alle	0,54***	0,80***	ns	ns
		vroeg	0,78***			
		midden	0,79***			
		laat	0,73***			
	G	alle	0,47***	ns	ns	ns
		vroeg	0,63***			
		midden	ns			
		laat	0,24*			
2010	D	alle	0,55***	0,69***	0,70***	ns
		vroeg	0,76***			
		midden	0,27***			
		laat	0,80***			
	K	alle	0,68***	0,80***	ns	ns
		vroeg	0,88***			
		midden	0,59***			
		laat	0,73***			
2011	D	alle	0,81***	0,86***	0,87***	ns
		vroeg	0,83***			
		midden	0,88***			
		laat	0,84***			
	K	alle	0,62***	0,64***	0,66***	ns
		vroeg	0,7***			
		midden	0,74***			
		laat	0,33***			

significantie *** $P < 0,001$, ** $P < 0,01$, * $P < 0,05$

* groep = vroegheid

** groep = ras

*** ns in deze kolommen betekent dat de change niet significant was

Alle stikstofbehandelingen
lineair $y=a+bx$

Laag stikstofniveau (0 en 60 kg/ha)
lineair $y=a+bx$

Jaar	Locatie	Gefitte termen	constante +	constante +	constante +	constante +	constante +	constante +
			N _{opname knol}	N _{opname knol} + groep	N _{opname knol} + groep + (N _{opname knol} * groep)	N _{opname knol}	N _{opname knol} + groep	N _{opname knol} + groep + (N _{opname knol} * groep)
		vroegheid	R ²	R ^{2***}	R ^{2***}	R ²	R ^{2***}	R ^{2***}
2008	D	alle*	0,09***	0,31***	ns	0,33***	0,54	ns
		vroeg**	0,22***	0,39***	ns	0,36***	0,53	ns
		midden**	-	-	-	0,25*	ns	ns
		laat**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	G	alle	0,31***	0,42***	ns	0,42***	0,79	ns
		vroeg	0,74***	ns	ns	0,78***	ns	ns
		midden	ns	ns	ns	0,68***	ns	ns
		laat	0,10*	ns	ns	0,67***	ns	ns
2009	D	alle	0,55***	0,80***	ns	0,40***	0,81	ns
		vroeg	0,79***	0,85***	ns	0,77***	0,85	ns
		midden	0,80***	-	-	0,37*	-	-
		laat	0,73***	ns	ns	0,73***	ns	ns
	G	alle	0,42***	0,47***	ns	0,36***	0,45	ns
		vroeg	0,62***	0,66***	ns	0,50***	ns	ns
		midden	ns	-	-	ns	-	-
		laat	0,15*	0,30***	ns	ns	ns	ns
2010	D	alle	0,54***	0,68***	0,71***	0,54***	0,68***	0,71***
		vroeg	0,76***	0,78***	ns	0,76***	0,78***	ns
		midden	0,28***	0,55***	ns	0,28***	0,55***	ns
		laat	0,81***	0,86***	ns	0,81***	0,86***	ns
	K	alle	0,68***	0,80***	ns	0,68***	0,80***	ns
		vroeg	0,88***	0,92***	ns	0,88***	0,92***	ns
		midden	0,59***	0,79***	ns	0,59***	0,79***	ns
		laat	0,72***	0,83***	ns	0,72***	0,83***	ns
2011	D	alle	0,80***	0,84***	0,85***	0,78***	0,81	0,82***
		vroeg	0,81***	ns	ns	0,77***	ns	ns
		midden	0,87***	0,89***	0,91***	0,83***	0,87	ns
		laat	0,82***	0,84***	ns	0,83***	0,85	0,88***
	K	alle	0,60***	0,61***	0,63***	0,63***	0,65	ns
		vroeg	0,69***	ns	ns	0,81***	ns	ns
		midden	0,69***	0,82***	ns	0,70***	0,85	ns
		laat	0,32***	0,59***	ns	0,47***	0,71	ns

significantie *** P<0,001, ** P<0,01, * P<0,05

* groep = vroegheid

** groep = ras

*** ns in deze kolommen betekent dat de change niet significant was

*Bijlage 6: De curve-fit-parameters per jaar,
locatie, ras en stikstofgift*

Droevendaal 2008

controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OBBBC	
vroeg	Agata	10,8	bcd	18,7	bc	27,2	a	8,5	a	45,8	ab	18,7	c	100	c	2938	a
	Leoni	9,3	ab	19,8	c	28,3	ab	8,5	a	47,2	abc	19,0	c	100	c	3121	a
	Biogold	9,6	ab	17,8	ab	31,1	b	13,3	b	45,3	a	14,2	bc	98,5	b	3094	a
	Bionica	13,1	e	20,0	c	31,7	b	11,7	ab	50,2	c	18,6	c	95,5	a	3077	a
midden	Fontane	8,1	a	16,9	a	39,2	c	22,3	c	46,5	abc	7,3	a	100	c	3588	b
	Santé	10,0	bc	19,2	bc	40,7	c	21,5	c	46,2	abc	5,5	a	100	c	3472	b
laat	Terragold	12,0	de	22,4	d	39,3	c	18,4	c	49,6	bc	8,0	a	100	c	3404	b
	Agria	11,5	cd	18,7	bc	40,6	c	21,9	c	49,9	bc	11,5	ab	100	c	3560	b
	Spirit	10,8	bcd	19,8	c	41,0	c	21,2	c	48,8	abc	10,9	ab	100	c	3513	b
KBV*		0,2		0,2		3,8		4,1		4,0		6,1		1,2		225	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2008

60 kg N/ha

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OBBBC	
vroeg	Agata	9,8	bc	17,6	a	31,2	a	13,6	a	44,2	ab	12,9	bcd	100	a	3055	a
	Leoni	9,5	abc	17,9	a	28,4	a	10,4	a	42,9	a	14,6	cde	99,5	a	2874	a
	Biogold	8,1	a	17,5	a	30,6	a	13,1	a	47,3	bcd	16,8	de	100	a	3330	b
	Bionica	10,5	cd	18,3	a	28,5	a	10,2	a	49,1	cd	19,4	e	99,8	a	3253	b
midden	Fontane	8,8	ab	17,0	a	39,2	b	22,2	b	46,5	abc	7,3	ab	100	a	3553	c
	Santé	10,1	bcd	17,9	a	41,6	b	23,6	b	46,5	abc	5,3	a	100	a	3560	c
laat	Terragold	11,6	d	20,3	b	40,7	b	20,3	b	50,6	d	10,4	abc	100	a	3610	c
	Agria	10,5	cd	17,5	a	40,8	b	23,3	b	48,9	cd	8,1	ab	100	a	3663	c
	Spirit	10,8	cd	17,7	a	42,4	b	24,2	b	50,3	cd	8,7	abc	100	a	3647	c
KBV*		0,2		0,2		3,8		4,1		4,0		6,1		1,2		225	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2008

210 kg N/ha

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OBBBC	
vroeg	Agata	11,2	c	17,6	ab	30,3	a	13,5	a	49,3	bcd	19,0	cd	100	b	3264	ab
	Leoni	9,3	ab	16,9	ab	30,4	a	19,3	b	44,4	a	14,0	bc	100	b	3090	a
	Biogold	9,1	a	17,2	ab	36,6	b	12,7	a	49,6	cd	13,0	bc	100	b	3627	c
	Bionica	10,8	bc	17,5	ab	30,2	a	21,5	bc	52,0	de	20,8	d	98,3	a	3389	ab
midden	Fontane	9,6	ab	17,9	b	39,3	bc	23,9	cd	45,3	ab	6,0	a	100	b	3417	ab
	Santé	9,4	ab	17,3	ab	41,2	c	26,4	d	46,2	abc	5,0	a	100	b	3558	c
laat	Terragold	11,3	c	20,0	c	46,4	d	23,4	bcd	51,3	de	10,2	ab	100	b	3572	c
	Agria	9,9	abc	16,0	a	39,4	bc	24,2	cd	45,9	abc	8,4	ab	100	b	3463	abc
	Spirit	10,2	abc	17,2	ab	41,4	c			54,7	e	13,3	bc	100	b	3662	c
	KBV*	0,2		0,2		3,8		4,1		4,0		6,1		1,2		225	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2008

controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OBBBC	
vroeg	Agata	10,2	a	19,0	ab	32,7	b	13,7	b	51,5	b	18,8	abc	97,3	b	3414	c
	Leoni	11,1	a	20,9	cde	26,0	a	5,1	a	51,8	b	25,8	c	94,3	ab	3025	bc
	Biogold	11,5	a	22,0	def	30,7	ab	8,8	a	42,1	a	11,4	a	94,5	ab	2585	ab
	Bionica	11,1	a	19,8	abc	26,8	a	6,8	a	39,2	a	12,4	a	93,3	a	2297	a
midden	Fontane	12,3	b	20,5	bcd	48,8	d	28,3	d	67,5	c	18,7	abc	93,8	a	4680	de
	Santé	10,1	a	20,7	bcd	43,0	c	22,3	c	66,3	c	23,3	bc	95,5	ab	4598	d
laat	Terragold	13,1	b	22,6	ef	50,0	d	27,4	cd	76,4	d	26,4	c	96,3	ab	5297	f
	Agria	10,7	a	18,4	a	48,7	d	30,3	d	64,6	c	15,8	ab	95,0	ab	4683	de
	Spirit	11,7	ab	23,7	f	50,0	d	26,8	cd	75,0	d	24,9	c	93,8	a	5156	ef
	KBV*	1,8		1,9		4,8		5,3		7,4		8,5		3,1		530	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2008

60 kg N/ha

vroegeheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OBBBC	
vroeg	Agata	11,6	c	20,3	c	31,9	a	11,6	a	41,3	a	9,5	a	99,5	b	2729	a
	Leoni	10,2	abc	20,2	c	30,6	a	10,4	a	43,0	a	12,4	ab	98,3	b	2836	a
	Biogold	9,4	ab	19,6	bc	29,7	a	10,1	a	51,1	b	21,5	cd	99,5	b	3383	b
	Bionica	10,1	abc	17,6	a	29,5	a	11,9	a	39,2	a	9,9	a	93,8	a	2494	a
midden	Fontane	9,0	a	18,2	ab	46,5	c	28,2	c	68,0	cd	21,5	cd	98,8	b	5077	d
	Santé	11,4	c	19,5	abc	40,9	b	21,4	b	63,5	c	22,6	cd	100,0	b	4504	c
laat	Terragold	11,1	bc	20,1	bc	49,2	c	29,1	c	67,6	cd	18,4	bcd	97,5	b	4956	cd
	Agria	11,4	c	18,5	abc	49,3	c	30,8	c	66,2	cd	16,9	abc	98,8	b	4954	cd
	Spirit	10,2	abc	19,2	abc	45,8	c	26,5	bc	71,7	d	25,9	d	100,0	b	5277	d
KBV*		1,8		1,9		4,8		5,3		7,4		8,5		3,1		530	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2008

210 kg N/ha

vroegeheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OBBBC	
vroeg	Agata	11,8	c	18,2	c	33,4	a	15,2	a	60,4	abc	26,9	d	100,0	a	4025	a
	Leoni	10,8	bc	18,0	abc	33,0	a	15,0	a	54,3	a	21,3	cd	99,5	a	3669	a
	Biogold	8,8	a	17,8	abc	31,1	a	13,4	a	58,1	ab	27,0	d	100,0	a	3960	a
	Bionica	10,9	bc	18,1	bc	31,5	a	13,5	a	59,4	ab	27,9	d	98,8	a	3904	a
midden	Fontane	10,1	abc	17,3	abc	51,9	bc	34,6	bc	68,2	de	16,3	bc	100,0	a	5334	bc
	Santé	9,3	ab	16,9	abc	47,8	b	30,9	b	62,3	bcd	14,6	bc	100,0	a	4860	b
laat	Terragold	11,7	c	18,4	c	53,9	c	35,5	bc	69,5	de	12,5	ab	100,0	a	5435	c
	Agria	11,2	c	16,2	ab	54,5	c	38,3	c	69,8	e	15,2	bc	100,0	a	5448	c
	Spirit	10,5	abc	16,1	a	55,6	c	38,9	c	67,2	cde	5,7	a	100,0	a	5583	c
		1,8		1,9		4,8		5,3		7,4		8,5		3,1		530	

Droevendaal 2009

controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	TM1	T1	T2	T2-T1	TE	TE-T2	Vx	OOBBC
vroeg	Agata	9,5 a	21,6 a	25,2 a	4,8 a	36,4 a	10,0 a	73,8 a	1698 a
	Biogold	8,3 a	21,5 a	26,4 a	3,7 a	35,1 a	10,0 a	73,8 a	1637 a
	Bionica	13,3 c	21,8 a	27,3 a	5,6 ab	43,5 b	16,2 b	82,0 b	2124 b
midden	Fontane	10,1 ab	24,9 bc	33,4 b	8,5 bc	45,4 bc	15,9 b	82,8 b	2350 b
laat	Agria	12,0 bc	22,1 ab	32,0 b	9,9 c	47,4 c	16,2 b	88,3 b	3139 c
	Terragold	12,1 bc	25,9 c	37,3 c	11,4 c	47,4 c	10,5 a	70,0 a	2012 ab
	KBV*	2,1	2,8	3,2	3,5	2,8	4,2	7,5	424

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verskil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2009

60 kg/ha N

vroegheid	ras	TM1	T1	T2	T2-T1	TE	TE-T2	Vx	OOBBC
vroeg	Agata	10,3 ab	22,8 bc	26,9 ab	5,7 b	35,7 a	7,2 a	91,3 b	2064 a
	Biogold	8,5 a	20,6 ab	28,5 b	6,3 b	36,9 a	10,0 ab	80,3 a	1938 a
	Bionica	14,3 d	21,8 ab	24,0 a	2,2 a	43,7 b	19,7 c	91,3 b	2208 ab
midden	Fontane	9,9 ab	20,5 ab	34,7 c	14,2 c	44,2 b	9,7 ab	86,3 ab	2573 b
laat	Agria	10,9 bc	20,0 a	35,4 c	15,4 c	47,5 c	12,3 b	92,3 b	3224 c
	Terragold	12,7 c	25,3 c	39,8 d	14,5 c	47,3 c	9,2 ab	81,5 a	2142 a
	KBV*	2,1	2,8	3,2	3,5	2,8	4,2	7,5	424

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verskil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2009

210 kg/ha N

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OOBBC	
vroeg	Agata	10,4	ab	20,0	ab	26,86	a	6,3	a	36,9	a	10,7	a	98,5	a	2296	a
	Biogold	9,6	a	22,7	bc	26,2	a	4,2	a	36,1	a	9,2	a	96,8	a	2182	a
	Bionica	13,4	c	21,0	abc	25,2	a	4,3	a	43,8	bc	18,6	b	99,3	a	2535	ab
midden	Fontane	11,2	ab	20,4	ab	34,4	b	14,0	b	43,0	b	8,6	a	98,8	a	2920	bc
laat	Agria	10,1	ab	19,1	a	37,2	bc	18,1	c	43,1	b	8,0	a	99,5	a	3034	c
	Terragold	11,9	bc	23,7	c	38,0	c	14,4	b	46,2	c	10,3	a	100,0	a	3062	c
	KBV*	2,1		2,8		3,2		3,5		2,8		4,2		7,5		424	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2009

controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OOBBC	
vroeg	Agata	8,3	a	28,1	b	37,1	a	9,0	a	58,2	b	21,1	bc	70,0	a	2776	b
	Biogold	7,7	a	27,2	ab	34,2	a	7,0	a	48,8	a	14,6	a	66,8	a	2192	a
	Bionica	12,8	b	24,5	a	36,3	a	11,8	ab	55,5	b	19,2	ab	79,3	b	2900	b
midden	Fontane	8,5	a	38,5	d	50,3	b	11,8	ab	77,2	c	27,0	d	83,8	b	4481	cd
laat	Agria	12,5	b	32,2	c	48,0	b	15,8	b	73,8	c	25,8	cd	95,8	c	4864	d
	Terragold	11,4	b	41,9	d	50,0	b	8,1	a	73,7	c	23,7	bcd	90,0	c	4416	c
	KBV*	2,9		3,5		4,6		5,6		4,0		5,6		6,6		442	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2009

60 kg/ha N

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OBBBC	
vroeg	Agata	12,2	ab	26,3	abc	32,9	a	6,6	a	56,3	b	23,4	ab	84,3	a	3025	a
	Biogold	10,2	a	24,9	ab	33,8	a	8,9	a	52,2	a	18,4	a	86,5	a	2994	a
	Bionica	13,0	ab	25,1	ab	33,4	a	8,3	a	55,6	ab	22,3	ab	90,0	a	3178	a
midden	Fontane	12,3	ab	28,1	bc	48,0	b	19,9	b	75,8	b	27,8	b	100	b	5327	c
laat	Agria	13,3	b	23,5	a	50,6	b	27,1	c	73,1	b	22,4	ab	100	b	4135	b
	Terragold	12,0	ab	28,7	c	47,9	b	19,2	b	73,6	b	25,7	b	96,3	b	4987	c
	KBV*	2,9		3,5		4,6		5,6		4,0		5,6		6,6		442	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Grebbedijk 2009

210 kg/ha N

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OBBBC	
vroeg	Agata	11,6	a	24,2	b	35,3	a	11,1	a	59,2	b	24,0	b	95,0	a	3747	a
	Biogold	12,9	a	23,5	ab	35,6	a	12,1	a	53,9	a	18,3	a	95,0	a	3376	a
	Bionica	13,9	a	22,5	ab	32,8	a	10,3	a	56,6	ab	23,8	ab	96,5	a	3454	a
midden	Fontane	12,3	a	22,2	ab	48,1	b	25,9	b	78,7	c	30,6	c	100	a	5637	c
laat	Agria	13,1	a	20,2	a	57,1	b	36,9	c	79,4	c	22,3	ab	100	a	4658	b
	Terragold	13,1	a	23,5	ab	51,6	b	28,1	b	79,4	c	27,8	bc	100	a	5738	c
	KBV*	2,9		3,5		4,6		5,6		4,0		5,6		6,6		442	

Droevendaal 2010

controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OBBBC	
vroeg	Agata	5,5	bc	17,7	a	26,9	abc	9,1	bcde	35,2	cdefgh	8,4	bcde	67,5	bcde	1674	bcd
	Biogold	4,0	ab	21,6	abc	29,2	abcd	7,6	abcd	34,8	cdef	5,6	abcde	76,0	ef	1926	de
	Bionica	6,3	cd	18,4	ab	24,7	a	6,3	abc	34,8	cdefg	10,2	de	52,4	a	1303	a
	Campina	7,8	d	22,6	bc	25,7	ab	3,2	a	37,3	h	11,6	de	80,1	ef	1901	d
	Marabel	5,0	abc	21,4	abc	27,3	abc	5,9	abc	36,9	gh	9,6	cde	67,4	bcde	1708	bcd
	VR01-316	6,3	cd	20,3	abc	24,4	a	4,2	ab	36,2	efgh	11,8	e	76,6	ef	1835	cd
midden	Fontane	4,5	abc	20,5	abc	32,1	cd	11,7	cde	32,1	ab	0,0	a	67,0	abcde	1710	bcd
	Musica	6,2	cd	21,0	abc	24,4	a	3,4	ab	35,8	defgh	11,4	de	90,6	f	2233	ef
	Santé	5,5	bc	20,3	abc	28,5	abc	8,1	abcde	40,6	i	12,1	e	70,9	cde	1970	def
	Toluca	5,6	bcd	21,8	abc	29,4	abcd	7,6	abcd	35,3	cdefgh	5,9	abcde	55,8	ab	1413	ab
	Connect	6,5	cd	22,9	c	34,2	d	11,4	cde	34,2	cde	0,0	a	90,1	f	2261	f
	YP03-3	5,0	abc	23,1	c	29,1	abcd	6,0	abc	36,4	fgh	7,3	bcde	76,4	ef	1942	def
laat	Agria	3,6	ab	23,6	c	28,9	abcd	5,3	ab	30,8	a	1,8	ab	56,8	abc	1310	a
	Mozart	4,9	abc	17,7	a	31,5	cd	13,8	e	33,4	bc	1,9	ab	65,7	abcde	1672	bcd
	Spirit	5,1	abc	22,9	c	27,4	abc	4,5	ab	35,3	cdefgh	7,9	bcde	79,7	ef	1945	def
	Terragold	4,9	abc	21,5	abc	34,6	d	13,1	de	34,6	cdef	0,0	a	54,5	ab	1516	abc
	Valor	4,3	abc	20,6	abc	29,3	abcd	8,7	abcde	34,5	cdef	5,2	abcd	74,0	de	1440	ab
	Voyager	3,0	a	21,5	abc	30,6	bcd	9,1	bcde	33,9	bcd	3,3	abc	60,3	abcd	1527	abc
KBV*		2,2		4,4		5,7		5,9		2,1		6,6		14,7		321	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2010

60 kg/ha stikstof

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OBBB	
vroeg	Agata	6,4	abc	17,8	ab	23,6	ab	5,8	abcde	35,5	bcd	11,9	ef	80,3	b	1891	bcd
	Biogold	7,0	abc	17,4	a	25,7	bcd	8,3	cdef	35,8	cde	10,0	de	83,7	bc	2090	d
	Bionica	5,9	abc	19,1	ab	23,6	ab	4,5	abc	36,1	cde	12,5	ef	62,0	a	1511	a
	Campina	7,5	c	18,6	ab	19,3	a	0,0	a	37,7	e	18,4	f	85,1	bcd	1963	bcd
	Marabel	7,0	abc	19,9	ab	28,0	bcde	8,1	cde	35,9	cde	8,0	bcde	86,2	bcd	2151	d
	VR01-316	6,3	abc	18,2	ab	23,5	ab	5,4	abcd	35,9	cde	12,4	ef	81,1	b	1909	bcd
midden	Fontane	5,6	abc	20,9	ab	32,2	ef	11,3	efg	35,5	abcd	3,3	abc	78,1	b	1978	cd
	Musica	6,4	abc	18,2	ab	26,3	bcd	8,1	cde	36,7	de	10,3	de	96,9	cd	2465	e
	Santé	6,2	abc	21,8	bc	31,4	def	9,5	cdef	35,7	bcde	4,3	abcd	80,6	b	2078	d
	Toluca	5,2	ab	26,1	cd	27,4	bcde	1,3	ab	36,4	cde	9,0	cde	76,2	b	1651	ab
	Connect	6,3	abc	18,7	ab	32,8	ef	14,0	fg	34,7	abcd	1,9	ab	99,6	d	2626	e
	YP03-3	4,8	a	17,7	ab	27,9	bcde	10,1	cdef	35,1	abcd	7,3	bcde	77,2	b	1998	cd
laat	Agria	4,8	a	21,2	ab	31,2	cdef	10,0	cdef	33,6	ab	2,4	ab	84,0	bc	2010	cd
	Mozart	5,2	ab	20,9	ab	31,4	def	10,5	defg	33,4	a	2,0	ab	77,9	b	1856	bcd
	Spirit	7,4	c	19,7	ab	28,6	bcde	8,9	cdef	35,2	abcd	6,6	bcde	86,3	bcd	2168	d
	Terragold	5,0	ab	27,0	d	34,6	f	16,3	g	34,6	abc	0,0	a	78,8	b	1645	ab
	Valor	7,1	bc	34,4	e	34,4	f	0,0	a	34,4	abc	0,0	a	83,0	bc	1731	abc
	Voyager	5,9	abc	19,7	ab	25,6	bc	5,9	bcde	36,3	cde	10,7	de	83,0	bc	1920	bcd
KBV*		2,2		4,4		5,7		5,9		2,1		6,6		14,7		321	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenburg 2010

controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OOBBC	
vroeg	Agata	5,0	abcd	14,8	bc	16,4	a	1,6	a	33,9	a	17,5	bc	40,8	a	940	a
	Biogold	3,9	ab	12,4	ab	16,1	a	3,6	a	41,2	bc	25,1	c	34,8	a	1152	ab
	Bionica	5,5	bcd	16,2	c	17,9	a	1,7	a	40,4	b	22,6	c	37,2	a	1083	ab
	Campina	5,1	abcd	12,0	a	41,3	b	29,3	b	41,3	bc	0,0	a	34,3	a	1491	cde
	Marabel	4,4	abc	13,8	abc	19,9	a	6,1	a	44,9	bc	25,1	c	34,1	a	1224	abc
	VR01-316	5,5	bcd	13,0	ab	19,1	a	6,0	a	46,4	c	27,3	c	39,0	a	1276	bcd
midden	Fontane	4,0	ab	*		*		*		*		*		*		1886	ghi
	Musica	5,0	abcd	*		*		*		*		*		*		1964	ghi
	Santé	6,2	d	*		*		*		*		*		*		2015	hi
	Toluca	4,7	abcd	*		*		*		*		*		*		1539	def
	Connect	5,1	abcd	*		*		*		*		*		*		2370	j
	YP03-3	3,6	a	*		*		*		*		*		*		1697	efg
laat	Agria	4,8	abcd	*		*		*		*		*		*		2047	i
	Mozart	4,8	abcd	*		*		*		*		*		*		1811	fghi
	Spirit	3,9	ab	*		*		*		*		*		*		1924	ghi
	Terragold	5,9	cd	*		*		*		*		*		*		1747	efgh
	Valor	5,7	cd	*		*		*		*		*		*		1786	fghi
	Voyager	5,0	abcd	15,8	c	41,0	b	25,2	b	45,8	bc	4,8	ab	39,8	a	1699	efg
	KBV*	1,7		2,4		12,3		11,6		5,8		13,8		8,7		291	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenburg 2010

2010, Kraggenburg, 60 kg/ha stikstof

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OOBBC	
vroeg	Agata	4,5	ab	15,4	b	19,8	a	4,4	a	44,3	ab	24,5	c	51,6	b	1590	a
	Biogold	5,0	abcd	12,0	a	17,6	a	5,5	a	45,0	b	27,5	c	46,1	ab	1562	a
	Bionica	5,3	bcde	13,5	ab	37,5	b	24,0	b	43,6	ab	6,2	ab	46,1	ab	1698	a
	Campina	6,7	de	14,9	b	36,9	b	21,9	b	44,7	b	7,8	ab	50,2	ab	1839	ab
	Marabel	5,2	abcde	14,4	ab	42,9	b	28,5	b	42,9	ab	0,0	a	43,0	a	1633	a
	VR01-316	4,7	abc	13,0	ab	21,6	a	8,6	a	38,8	a	17,3	bc	47,6	ab	1653	a
midden	Fontane	5,8	bcde	*		*		*		*		*		*		2410	de
	Musica	3,5	a	*		*		*		*		*		*		2477	e
	Santé	6,2	bcde	*		*		*		*		*		*		2393	de
	Toluca	4,9	abc	*		*		*		*		*		*		1797	ab
	Connect	5,0	abcd	*		*		*		*		*		*		2837	f
	YP03-3	4,9	abc	*		*		*		*		*		*		2232	cde
laat	Agria	5,2	abcde	*		*		*		*		*		*		2482	e
	Mozart	5,8	bcde	*		*		*		*		*		*		2161	cd
	Spirit	4,8	abc	*		*		*		*		*		*		2396	de
	Terragold	6,3	cde	*		*		*		*		*		*		2166	cd
	Valor	6,8	e	*		*		*		*		*		*		2226	cde
	Voyager	4,8	abc	*		*		*		*		*		*		2078	bc
KBV*		1,7		2,4		12,3		11,6		5,8		13,8		8,7		291	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2011

controle (0 kg N/ha)

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OOBBC	
vroeg	Agata	9,1	bcd	18,6	ab	27,3	abcde	8,7	bcd	34,6	ab	7,3	abc	70,0	abcd	1708	bcde
	Biogold	7,5	abc	17,2	a	22,8	a	5,6	abcd	32,7	a	10,0	abc	64,0	ab	1356	ab
	Bionica	9,3	bcd	22,7	bcdef	27,8	bcdef	5,2	abcd	35,4	abc	7,9	abc	64,4	ab	1314	a
	Campina	9,4	cd	21,2	abcde	32,5	g	11,4	d	38,1	bcde	5,5	ab	62,9	a	1649	abcde
	Marabel	6,0	a	20,6	abc	26,2	abc	5,7	abcd	36,1	abcd	9,9	abc	60,4	a	1468	abc
midden	Fontane	8,3	abcd	22,6	bcdef	31,3	defg	8,7	bcd	38,7	cde	7,4	abc	66,7	abcd	1764	cde
	Musica	7,4	abc	19,7	abc	29,1	cdefg	9,4	bcd	36,1	abcd	7,0	abc	75,5	cd	1899	de
	Santé	9,0	abcd	24,5	cdef	31,9	efg	7,4	abcd	39,0	cde	7,1	abc	63,8	ab	1667	abcde
	Sarpo Mira	9,8	cd	25,9	defg	26,9	abcd	1,0	a	38,7	cde	11,9	bc	75,5	cd	1761	cde
	Toluca	7,5	abc	24,3	cdef	30,8	cdefg	6,5	abcd	36,6	bcde	5,8	ab	70,9	abcd	1749	cde
	Connect	7,4	abc	29,8	g	33,4	g	3,6	abc	39,0	de	5,7	ab	76,4	d	1940	e
	YP03-3	6,3	ab	21,3	abcde	23,8	ab	2,5	ab	36,6	bcde	12,8	c	63,7	ab	1503	abc
laat	Agria	8,8	abcd	20,8	abcd	31,0	defg	10,3	cd	37,1	bcde	6,1	ab	64,9	abc	1636	abcde
	Mozart	9,4	bcd	21,5	abcdef	32,0	fg	10,6	cd	37,3	bcde	5,3	a	67,9	abcd	1742	cde
	Spirit	8,6	abcd	23,3	bcdef	30,7	cdefg	7,5	abcd	38,4	cde	7,6	abc	69,6	abcd	1805	cde
	Terragold	9,7	cd	26,1	efg	29,9	cdefg	3,8	abc	40,2	e	10,3	abc	60,8	a	1533	abcd
	Valor	10,8	d	26,5	fg	31,4	defg	4,9	abcd	39,5	de	8,1	abc	74,0	bcd	1824	cde
	Voyager	10,8	d	24,6	cdef	31,5	defg	6,9	abcd	39,6	de	8,1	abc	76,8	d	1949	e
	KBV*	3,0		5,2		4,6		7,4		3,6		6,5		10,7		373	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2011

60 kg/ha stikstof

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OOBBC	
vroeg	Agata	8,5	abcde	18,7	a	26,1	ab	7,4	ab	36,1	a	10,0	bcde	74,8	bc	1793	abc
	Biogold	6,3	a	19,8	ab	24,2	a	4,3	ab	33,3	a	9,2	bcde	74,4	bc	1646	ab
	Bionica	10,4	cdef	23,4	abcd	29,1	bc	5,7	ab	36,1	a	7,0	abc	78,0	bcd	1763	abc
	Campina	8,7	abcde	24,6	bcd	34,5	e	9,9	b	36,4	a	1,9	a	74,4	bc	1857	abc
	Marabel	7,9	abc	22,7	abcd	30,3	bcde	7,7	ab	37,8	abc	7,5	abc	62,9	a	1595	a
midden	Fontane	8,1	abcd	22,7	abcd	31,8	cde	9,1	b	42,1	d	10,2	bcde	77,7	bcd	2257	def
	Musica	6,0	a	22,7	abcd	26,6	ab	3,8	ab	37,8	abc	11,2	cde	81,8	cde	2044	cde
	Santé	12,0	f	24,1	bcd	26,7	ab	2,6	ab	41,8	d	15,1	e	80,0	bcde	2013	bcde
	Sarpo Mira	10,3	bcdef	27,7	de	29,4	bc	1,7	a	40,2	bcd	10,8	bcde	83,5	cde	2055	cde
	Toluca	7,3	ab	29,9	e	30,6	bcde	0,7	a	37,7	abc	7,1	abc	81,0	bcde	1894	abcd
	Connect	8,2	abcde	27,5	de	34,2	de	6,7	ab	40,6	bcd	6,4	abc	90,5	e	2460	f
	YP03-3	9,0	abcdef	18,7	a	26,0	ab	7,3	ab	40,3	bcd	14,2	de	70,6	ab	1839	abc
laat	Agria	10,6	cdef	23,5	abcd	30,3	bcde	6,8	ab	40,5	bcd	10,2	bcde	77,4	bcd	2021	cde
	Mozart	11,1	def	22,9	abcd	32,0	cde	9,2	b	36,0	a	4,0	ab	77,5	d	1814	abc
	Spirit	8,3	abcde	24,7	bcd	29,6	bcd	5,0	ab	40,9	bcd	11,3	cde	84,1	cde	2253	def
	Terragold	8,6	abcde	27,5	de	32,5	cde	4,9	ab	40,1	bcd	7,7	abc	79,6	bcd	2105	cdef
	Valor	11,2	ef	25,2	cde	32,6	cde	7,5	ab	41,3	cd	8,7	bcde	86,4	de	2325	ef
	Voyager	10,2	bcdef	21,8	abc	29,6	bcd	7,8	ab	37,5	ab	8,0	abcd	79,7	bcd	1957	abcde
	KBV*	3,0		5,2		4,6		7,4		3,6		6,5		10,7		373	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Droevendaal 2011

210 kg/ha stikstof

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2		Vx		OOBBC	
vroeg	Agata	9,1	abc	19,7	abc	27,4	ab	7,7	ab	36,3	a	8,9	bc	80,9	a	1937	a
	Biogold	8,8	ab	18,9	ab	29,5	abc	10,6	ab	38,3	ab	8,8	bc	91,0	abc	2405	cde
	Bionica	11,2	bcd	22,0	abcd	26,7	a	4,8	a	36,5	a	9,7	bcd	88,7	abc	1976	ab
	Campina	7,4	a	24,7	cd	32,0	bcd	7,3	ab	39,5	abc	7,5	ab	90,7	abc	2400	cd
	Marabel	11,9	cd	21,9	abcd	29,0	ab	7,0	ab	39,1	ab	10,1	bcd	83,9	ab	2039	abc
midden	Fontane	9,7	abcd	18,7	a	31,6	bc	12,9	b	43,1	cde	11,4	bcde	93,2	bc	2773	ef
	Musica	8,8	ab	20,0	abc	31,5	bc	11,6	ab	39,1	ab	7,6	ab	98,2	c	2683	def
	Santé	8,8	ab	23,2	abcd	36,6	d	13,4	b	37,3	a	1,2	a	93,3	bc	2442	de
	Sarpo Mira	11,4	bcd	23,9	bcd	30,8	abc	6,9	ab	48,1	g	16,7	e	99,3	c	3028	f
	Toluca	9,1	abc	23,0	abcd	29,3	ab	6,4	ab	38,9	ab	7,8	b	90,4	abc	2310	abcd
	Connect	9,9	abcd	21,9	abcd	31,6	bc	9,7	ab	60,2	h	28,6	f	99,4	c	3951	g
	YP03-3	8,7	ab	19,4	ab	28,6	ab	9,2	ab	38,3	ab	9,7	bcd	89,9	ab	2338	bcd
laat	Agria	9,8	abcd	20,7	abc	31,7	bc	11,0	ab	44,3	def	12,5	bcde	96,5	c	2896	f
	Mozart	8,9	abc	20,8	abc	29,4	abc	8,6	ab	41,2	bcd	11,8	bcde	96,6	c	2660	def
	Spirit	10,3	abcd	20,9	abc	30,8	abc	10,0	ab	46,8	fg	16,0	de	96,8	c	3020	f
	Terragold	9,7	abcd	27,0	d	34,0	cd	7,0	ab	46,3	efg	13,8	bcde	96,3	c	2904	f
	Valor	12,4	d	22,6	abcd	31,4	bc	8,8	ab	46,0	efg	14,6	cde	98,4	c	2901	f
	Voyager	11,4	bcd	19,6	abc	29,0	ab	9,4	ab	41,8	bcd	12,8	bcde	91,3	abc	2462	de
	KBV*	3,0		5,2		4,6		7,4		3,6		6,5		10,7		373	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenburg 2011

controle (0 kg N/ha)

contrast (vrijheid)																
vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE		TE-T2	Vx		OOBBC	
vroeg	Agata	5,4	a	16,5	abc	25,5	a	9,0	ab	-	-	-	82,1	a	1706,0	a
	Biogold	7,6	abc	15,4	ab	25,2	a	9,8	abcd	-	-	-	90,3	bc	1747,0	ab
	Bionica	6,5	ab	17,3	abcd	27,0	ab	9,7	abc	-	-	-	96,0	d	1842,0	abcd
	Campina	7,3	abc	16,2	abc	30,0	c	13,8	de	-	-	-	94,1	bcd	2079,0	efg
	Marabel	9,6	c	19,4	cde	30,0	c	10,6	bcd	-	-	-	89,7	b	1816,0	abcd
midden	Fontane	5,3	a	18,4	bcde	29,0	bc	10,6	bcd	-	-	-	91,5	bcd	1899,0	abcde
	Musica	7,1	abc	14,4	a	29,0	bc	14,6	e	-	-	-	99,9	e	2184,0	g
	Santé	9,1	bc	15,2	ab	29,0	bc	13,8	de	-	-	-	97,8	e	2005,0	defg
	Sarpo Mira	7,9	abc	18,6	bcde	28,0	bc	9,4	abc	-	-	-	98,0	e	1891,0	abcde
	Toluca	6,5	ab	19,4	cde	28,0	bc	8,7	ab	-	-	-	97,6	e	1911,0	bcdef
	Connect	7,8	abc	18,4	bcde	28,0	bc	9,6	abc	-	-	-	96,8	d	1882,0	abcde
	YP03-3	7,4	abc	16,8	abcd	30,0	c	13,2	cde	-	-	-	95,4	cd	2101,0	fg
laat	Agria	7,0	abc	20,2	de	27,5	b	7,3	ab	-	-	-	97,0	e	1826,0	abcd
	Mozart	7,4	abc	17,5	abcd	28,0	bc	10,6	bcd	-	-	-	99,2	e	1972,0	cdef
	Spirit	7,0	abc	21,5	ef	29,0	bc	7,5	ab	-	-	-	91,7	bcd	1798,0	abc
	Terragold	9,4	c	24,1	f	30,0	c	5,9	a	-	-	-	93,0	bcd	1859,0	abcd
	Valor	7,8	abc	19,3	cde	28,0	bc	8,7	ab	-	-	-	96,0	d	1843,0	abcd
	Voyager	7,1	abc	17,1	abcd	28,0	bc	10,9	bcde	-	-	-	98,2	e	1972,0	cdef
	KBV*	2,8		3,6		2,2		4,0					5,5		201	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Vershil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenburg 2011

60 kg/ha stikstof

vroegheid	ras	TM1		T1		T2		T2-T1		TE	TE-T2	Vx		OOBBC	
vroeg	Agata	8,0	abc	16,6	abc	29,3	bc	12,7	defgh	-	-	96,4	a	2016	abcd
	Biogold	7,1	abc	14,4	a	26,0	a	11,6	bcdefg	-	-	94,5	a	2036	abcd
	Bionica	6,5	abc	16,1	ab	28,0	abc	11,9	cdefgh	-	-	97,7	a	2008	abcd
	Campina	7,9	abc	15,9	ab	30,0	c	14,1	fgh	-	-	96,2	a	2119	bcd
	Marabel	7,1	abc	21,4	e	29,0	bc	7,6	a	-	-	98,7	a	1947	abc
midden	Fontane	8,3	bc	16,2	ab	30,0	c	13,9	efgh	-	-	98,0	a	2120	bcd
	Musica	9,1	c	14,7	a	30,0	c	15,3	gh	-	-	99,1	a	2129	cd
	Santé	6,0	ab	16,9	abcd	28,0	abc	11,1	abcdef	-	-	98,7	a	2015	abcd
	Sarpo Mira	8,6	bc	19,9	cde	29,0	bc	9,2	abcd	-	-	98,0	a	1924	ab
	Toluca	6,1	ab	19,0	bcde	27,5	ab	8,5	abc	-	-	96,1	a	1853	a
	Connect	7,6	abc	13,3	a	29,0	bc	15,7	h	-	-	99,7	a	2167	d
	YP03-3	6,8	abc	13,5	a	28,0	abc	14,6	fgh	-	-	99,3	a	2096	bcd
laat	Agria	6,8	abc	14,8	a	28,0	abc	13,3	efgh	-	-	99,0	a	2063	bcd
	Mozart	7,8	abc	19,1	bcde	29,0	bc	9,9	abcde	-	-	98,9	a	2002	abcd
	Spirit	7,3	abc	19,0	bcde	29,0	bc	10,0	abcde	-	-	99,6	a	2027	abcd
	Terragold	5,4	a	20,4	de	28,0	abc	7,6	ab	-	-	99,5	a	1955	abc
	Valor	7,4	abc	20,8	e	28,0	abc	7,2	a	-	-	99,4	a	1849	a
	Voyager	7,5	abc	15,6	ab	28,0	abc	12,4	cdefgh	-	-	97,9	a	1986	abcd
	KBV*	2,8		3,6		2,2		4,0				5,5		201	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Kraggenburg 2011

210 kg/ha stikstof

vroegheid	ras	TM1	T1	T2	T2-T1	TE	TE-T2	Vx	OOBBC						
vroeg	Agata	6,5	abc	14,6	abc	28,3	a	13,6	bcd	-	-	99,7	a	2123	cde
	Biogold	7,0	abcd	14,3	abc	30,0	a	15,7	cd	-	-	99,3	a	2263	e
	Bionica	9,2	cd	15,4	bcd	29,0	a	13,6	bcd	-	-	99,0	a	2023	abcd
	Campina	8,1	abcd	15,4	bcd	29,0	a	13,6	bcd	-	-	99,6	a	2097	cde
	Marabel	8,5	abcd	17,2	cdef	28,0	a	10,8	ab	-	-	96,4	a	1854	ab
midden	Fontane	6,2	ab	14,7	abc	28,0	a	13,3	bcd	-	-	99,9	a	2096	cde
	Musica	6,2	ab	11,1	a	28,0	a	16,9	d	-	-	100,0	a	2206	de
	Santé	9,7	d	15,7	bcde	29,0	a	13,3	bcd	-	-	99,4	a	1992	abc
	Sarpo Mira	9,7	d	19,1	ef	28,0	a	8,9	a	-	-	99,7	a	1830	a
	Toluca	5,9	a	18,8	def	29,0	a	10,2	ab	-	-	99,7	a	2083	cde
	Connect	6,6	abc	13,5	ab	29,0	a	15,5	cd	-	-	100,0	a	2222	de
	YP03-3	7,2	abcd	11,4	a	28,0	a	16,6	d	-	-	99,6	a	2127	cde
laat	Agria	9,6	d	15,5	bcde	29,0	a	13,5	bcd	-	-	99,1	a	1996	abc
	Mozart	9,2	cd	17,7	cdef	29,0	a	11,4	ab	-	-	99,6	a	1988	abc
	Spirit	7,4	abcd	17,0	bcdef	29,0	a	12,0	abc	-	-	100,0	a	2097	cde
	Terragold	8,9	bcd	19,4	f	30,0	a	10,6	ab	-	-	99,9	a	2052	bcd
	Valor	8,6	abcd	16,2	bcdef	28,0	a	11,8	abc	-	-	99,8	a	1960	abc
	Voyager	6,9	abcd	14,6	abc	28,0	a	13,4	bcd	-	-	99,8	a	2082	cde
	KBV*	2,8		3,6		2,2		4,0				5,5		201	

*KBV = Kleinst Betrouwbare Verschil, $P < 0,05$

Verschillende letters in de kolom geven significante verschillen aan.

Bijlage 7: Correlatiecoëfficiënt R^2 van de lineaire regressie tussen curve-fit-parameters en droge-stofopbrengst in de knol voor de jaren 2008 t/m 2011 en de locaties Droevendaal (D), Grebbedijk (G) en Kraggenburg (K)

Lineaire regressie met groep

Curve-parameter: OOBBC

jaar	locatie	Gefitte termen	Alle stikstof behandelingen			Laag stikstofniveau (0 en 60 kg/ha N)		
			constant e + OOBBC	constante + OOBBC + groep	constante + OOBBC + groep +	constant e + OOBBC	constante + OOBBC + groep	constante + OOBBC + groep +
		vroegheid	R^2	R^2 ***	R^2 ***	R^2	R^2 ***	R^2 ***
2008	D	alle*	0,30***	ns	ns	0,38***	ns	ns
		vroeg**	0,19***	0,34***	ns	0,18***	0,32**	0,44**
		midden**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		laat**	0,08*	ns	ns	ns	ns	ns
2008	G	alle	ns	0,55***	ns	ns	0,57***	ns
		vroeg	ns	ns	0,37***	ns	ns	0,36*
		midden	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		laat	ns	0,43***	ns	0,25*	0,50**	0,81***
2009	D	alle	0,26***	ns	ns	0,21*	0,35***	ns
		vroeg	0,16**	0,55***	ns	ns	0,54***	ns
		midden	0,44*	-	-	ns	-	-
		laat	ns	0,21*	ns	ns	ns	ns
2009	G	alle	0,51***	ns	ns	0,60***	ns	ns
		vroeg	ns	0,91***	ns	0,17*	0,64***	74,1***
		midden	0,59**	-	-	0,63***	-	-
		laat	0,21*	0,37**	ns	ns	0,40*	ns
2010	D	alle	0,10***	0,18*	ns	0,10*	0,18*	ns
		vroeg	0,07*	0,44***	ns	0,07*	0,44***	ns
		midden	0,15**	ns	ns	0,15*	ns	ns
		laat	ns	0,46***	0,51***	ns	0,46***	0,51***
2010	K	alle	0,45***	0,49***	ns	0,45***	0,49***	ns
		vroeg	0,41***	0,48***	ns	0,41***	0,48***	ns
		midden	0,36***	ns	ns	0,36***	ns	ns
		laat	0,11***	0,55***	0,60***	0,11*	0,55***	0,60***
2011	D	alle	0,67***	0,67***	ns	0,54***	0,57***	0,58***
		vroeg	0,64***	0,68***	ns	0,62***	ns	ns
		midden	0,70***	0,80***	0,87***	0,74***	0,83***	0,85***
		laat	0,63***	0,71***	ns	0,35***	0,50***	0,63***
2011	K	alle	0,13***	0,20***	ns	0,16***	0,19***	ns
		vroeg	0,32***	0,40***	ns	0,49***	ns	ns
		midden	0,08**	0,68***	ns	0,06*	0,66***	0,71***
		laat	0,10**	0,46***	0,52***	0,14**	0,45***	ns

significantie *** $P < 0,001$, ** $P < 0,01$, * $P < 0,05$, ns = niet significant

* groep = vroegheid

** groep = ras

*** ns in deze kolommen betekent dat de change niet significant was

Lineaire regressie met groep

Curve-parameter: Vx

jaar	locatie	Gefitte termen	Alle stikstof behandelingen			Laag stikstofniveau (0 en 60 kg/ha N)		
			constant e + Vx	constante + Vx + groep	constante + Vx + groep + Vx*groep	constant e + Vx	constante + Vx + groep	constante + Vx + groep + Vx*groep
		vroegheid	R ²	R ² ***	R ² ***	R ²	R ² ***	R ² ***
2008	D	alle*	0,09***	0,24***	ns	0,09**	0,30***	ns
		vroeg**	0,07***	0,29***	ns	ns	0,28**	0,53***
		midden**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		laat**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2008	G	alle	ns	0,50***	ns	ns	0,55***	ns
		vroeg	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		midden	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		laat	ns	0,25*	ns	ns	0,30*	ns
2009	D	alle	0,26***	0,43***	ns	0,11*	0,42***	ns
		vroeg	0,30***	0,55***	ns	0,25**	0,48***	ns
		midden	0,38*	-	-	ns	-	-
		laat	0,25**	0,48**	ns	0,29*	0,74***	ns
2009	G	alle	ns	0,44*	ns	0,30**	0,53***	ns
		vroeg	ns	ns	ns	ns	0,44**	ns
		midden	0,31*	-	-	ns	-	-
		laat	ns	0,26*	ns	ns	ns	ns
2010	D	alle	0,06***	0,17***	ns	0,06***	0,17***	ns
		vroeg	ns	0,40***	ns	ns	0,40***	ns
		midden	0,15***	ns	ns	0,15***	ns	ns
		laat	ns	0,39***	0,45***	ns	0,39***	0,45***
2010	K	alle	0,35***	ns	ns	0,35***	ns	ns
		vroeg	0,34***	0,56***	ns	0,34***	0,56***	ns
		midden	-	-	-	-	-	-
		laat	-	-	-	-	-	-
2011	D	alle	0,54***	ns	0,55***	0,36***	ns	0,37***
		vroeg	0,44***	ns	ns	0,26***	ns	ns
		midden	0,62***	0,77***	0,79***	0,52***	0,69***	ns
		laat	0,48***	0,58***	ns	0,23***	0,35***	ns
2011	K	alle	0,02*	0,12*	ns	0,05**	0,10***	ns
		vroeg	0,32***	0,37***	ns	0,40***	ns	ns
		midden	ns	0,67***	0,71***	ns	0,68***	0,73***
		laat	ns	0,48***	0,63***	ns	0,45***	0,59***

significantie *** P<0,001, ** P<0,01, * P<0,05, ns = niet significant

* groep = vroegheid

** groep = ras

*** ns in deze kolommen betekent dat de change niet significant was

jaar	locatie	vroegheid	Alle stikstof behandelingen			Laag stikstofniveau (0 en 60 kg/ha N)		
			Gefitte termen	constante + (T2-T1)	constante + (T2-T1) + groep	constante + (T2-T1) + groep + (T2-T1)*groep	constante + (T2-T1) + groep	constante + (T2-T1) + groep + (T2-T1)*groep
			R ²	R ² ***	R ² ***	R ²	R ² ***	R ² ***
2008	D	alle*	0,24***	ns	ns	0,32***	ns	ns
		vroeg**	0,12**	0,26**	ns	ns	0,19*	ns
		midden**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		laat**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2008	G	alle	ns	0,55***	ns	0,04*	0,60***	ns
		vroeg	ns	ns	ns	0,10*	ns	0,44**
		midden	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		laat	ns	0,43**	ns	0,18*	0,56***	ns
2009	D	alle	0,25***	ns	ns	0,33***	ns	ns
		vroeg	ns	ns	ns	ns	0,22*	ns
		midden	ns	-	ns	ns	-	ns
		laat	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2009	G	alle	0,23*	0,46**	ns	0,30***	0,54***	ns
		vroeg	ns	0,86**	ns	ns	0,37***	ns
		midden	0,68***	-	ns	0,44*	-	ns
		laat	ns	0,26*	ns	ns	0,26*	ns
2010	D	alle	0,09***	0,20***	ns	0,09***	0,20***	ns
		vroeg	0,04*	0,37***	ns	0,04*	0,37***	ns
		midden	0,07*	ns	ns	0,07*	ns	ns
		laat	0,06*	0,33***	ns	0,06*	0,33***	ns
2010	K	alle	0,07*	0,11*	ns	0,07*	0,11*	ns
		vroeg	0,09*	ns	ns	0,09*	ns	ns
		midden	-	-	-	-	-	-
		laat	-	-	-	-	-	-
2011	D	alle	0,08***	0,11***	ns	ns	ns	ns
		vroeg	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		midden	0,16***	0,24***	ns	ns	ns	ns
		laat	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2011	K	alle	0,09***	0,14***	ns	0,10***	ns	ns
		vroeg	0,22***	0,29***	ns	0,20**	ns	ns
		midden	0,05*	0,67***	ns	ns	0,66***	0,75***
		laat	ns	0,43***	ns	ns	0,38***	ns

significantie *** P<0,001, ** P<0,01, * P<0,05, ns = niet significant

* groep = vroegheid

** groep = ras

*** ns in deze kolommen betekent dat de change niet significant was